



TUGAS AKHIR - MO 091336

PREDIKSI DAERAH GENANGAN DAN TINGKAT KERENTANAN AKIBAT GELOMBANG TSUNAMI DI PESISIR JEMBER

LEONARDO SIHOMBING

NRP. 0431 1340 000 102

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Wahyudi, M. Sc.

Dr.Eng.Kriyo Sambodho S.T, M.Eng.

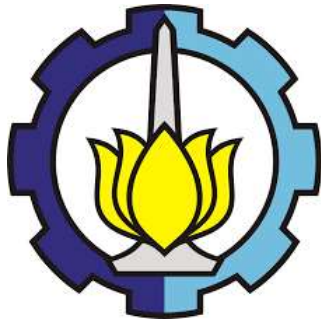
DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

Surabaya

2018



TUGAS AKHIR - MO 091336

**PREDIKSI DAERAH GENANGAN DAN TINGKAT KERENTANAN AKIBAT
GELOMBANG TSUNAMI DI PESISIR JEMBER**

LEONARDO SIHOMBING

NRP. 04311340000102

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc

Dr.Eng. Kriyo Sambodho, S.T, M.Eng

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN

**FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
Surabaya
2018**



FINAL PROJECT - MO 091336

**PREDICTION OF INUNDATION AREA AND VULNERABILITY
LEVEL DUE TO TSUNAMI IN THE COASTAL OF JEMBER**

LEONARDO SIHOMBING

NRP. 04311340000102

SUPERVISOR

Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc

Dr.Eng. Kriyo Sambodho, S.T, M.Eng

DEPARTMENT OF OCEAN ENGINEERING

**FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
Surabaya
2018**

**PREDIKSI DAERAH GENANGAN DAN TINGKAT KERENTANAN AKIBAT GELOMBANG TSUNAMI
DI PESISIR JEMBER**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Kelautan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Leonardo Sihombing

NRP. 4313 100 102

Disetujui oleh :

1. Dr. Ir Wahyudi, M.Sc.

2. Suntoyo, S.T, M.Eng, Ph.D

3. Dr.Eng Muhammad Zikra, S.T, M.Sc.

4. Drs. Mahmud Musta'in, M.Sc, Ph.D.



(Pembimbing 1)

[Handwritten signatures of the supervisors and student]

PREDIKSI DAERAH GENANGAN DAN TINGKAT KERENTANAN AKIBAT GELOMBANG TSUNAMI DI PESISIR JEMBER

Nama Mahasiswa : Leonardo Sihombing

NRP : 04311314000102

Departemen : Teknik Kelautan-FTK ITS

Dosen Pembimbing : Dr.Ir. Wahyudi, M.Sc.

Dr.Eng. Kriyo Sambodho, S.T, M.Eng

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu lablel yang cukup berpotensi terkena bencana gempa yang mengakibatkan tsunami. Salah satu wilayah di Indonesia yang rawan akan bencana tsunami adalah daerah selatan Jawa yaitu wilayah Jember. Begitu cepatnya tsunami yang menerjang membuat masyarakat sekitar tidak dapat menyelamatkan diri. Oleh karena itu diperlukan upaya pengurangan resiko untuk mengurangi dampak yang akan ditimbulkan oleh terjangan tsunami. Perlu dilakukan analisa untuk memprediksi daerah genangan akibat terjangan tsunami. *Run-up* untuk desa Paseban sejauh 26.96 meter, *Run-up* Desa Mayangan sejauh 23.84, *Run-up* untuk desa Andongrejo sejauh 12.52 meter, *Run-up* untuk desa Mojomulyo sejauh 14.32 meter, *Run-up* untuk desa Batu Ulo sejauh 9.04 meter, *Run-up* untuk desa Lojeler sejauh 12.65 meter, *Run-up* untuk desa Sumberrejo sejauh 5.31 meter. *Run-up terbesar berada di desa* Paseban. Nilai IKP yang paling tinggi adalah dimiliki oleh tiga desa yaitu Paseban, Mayangan, Ambulu dengan nilai IKP 50. Nilai IKP yang paling rendah terdapat pada desa Andongrejo dengan nilai 2 termasuk dalam kelas tidak rentan.

Kata Kunci— CVI, Dashboard,Delft 3D, Kerentanan, Tsunami.

PREDICTION OF INUNDATION AREA AND VULNERABILITY LEVEL DUE TO TSUNAMI IN THE COASTAL OF JEMBER

Student Name : Leonardo Sihombing

NRP : 04311314000102

Departement : Teknik Kelautan-FTK ITS

Advisor(s) : Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc.

Dr.Eng. Kriyo Sambodho, S.T, M.Eng.

ABSTRACT

Indonesia is one of the countries in the world which potentially affected by the earthquake that resulted in tsunami. One of the areas in Indonesia are prone to tsunami is the area in the south of Java, which is Jember. Generally, when tsunami happens, there is no enough time for the communities to save themselves. Therefore, risk reduction effort is needed to reduce the impact that brought by the tsunami. Some analysis need to be done to predict tsunami inundation area due to a hit of a tsunami. The *run-up* calculation has been done in this research. The *Run-up* for Paseban village is 26.96 meters, the *Run-up* for Mayangan Village is 23.84 meters, the *Run-up* for Andongrejo Village is 12.52 meters, the *Run-up* for Mojomulyo Village is 14.32 meters, the *run-up* for Batu Ulo Village is 9.04 meters, the *run-up* for Lojeler Village is 12.65 meters, and the *Run-up* for Sumberrejo Village is 5.31 meters. The highest *run-up* is in the Paseban Village. The highest value of IKP is in three villages namely Paseban Village, Mayangan Village, and Ambulu Village, with a value of IKP 50. The lowest value of IKP are represented in Andongrejo Village with a value of 2 classified as unvulnerable.

Keywords — CVI, Dashboard , The Delft 3D, Vulnerability, Tsunami.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pengerjaan tugas akhir ini membutuhkan waktu dan cukup menguras energi bagi penulis dan tak lepas dari jerih payah dari semua pihak yang telah ikut membantu dalam berbagai hal yang terdapat dalam tugas akhir ini. Penulis memberikan penghargaan yang sebesar-besarnya atas segala kontribusi yang telah diberikan dan rasa terima kasih yang teramat dalam untuk:

1. Kedua orang tua terkasih, terima kasih untuk segalanya yang tidak dapat ternilai dan penulis balas. Terima kasih atas dukungan dan kepercayaan yang telah diberikan sepenuhnya.
2. Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan, bantuan, dan senantiasa memotivasi dan memberi arahan dengan sabar dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Dr.Eng. Kriyo Sambodho, S.T, M.Eng selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan dan bantuannya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Dr.Eng. Kriyo Sambodho, S.T, M.Eng selaku dosen wali atas bimbingan dari awal perkuliahan hingga dapat menyelesaikan perkuliahan ini.
5. Dr. Eng. Rudi Waluyo S.T M.T sebagai Kepala Departemen Jurusan Teknik Kelautan, serta Yoyok S.T M.T Ph.D sebagai Sekretaris Jurusan Teknik Kelautan.
6. Para dosen tim penguji ruangan Laboratorium yang memberikan kemudahan sehingga ujian dapat terlaksana dan terselesaikan dengan baik dan lancar.
7. Teman-teman seperjuangan, Valtameri, yang selalu memberikan motivasi dalam pengerjaan tugas akhir ini.
8. Teman-teman Laboratorium Mekanika Tanah yang memberikan dukungan dan semangat dalam pengerjaan tugas akhir ini.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan yang Maha Kuasa atas segala limpahan rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Tugas Akhir ini berjudul **“Prediksi Daerah Genangan dan Tingkat Kerentanan Akibat Gelombang Tsunami di Pantai Jember.”** Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Studi Kesarjanaan (S-1) di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan (FTK), Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS). Tugas Akhir ini melakukan analisa prediksi daerah genangan dan tingkat kerentanan akibat gelombang tsunami di Pantai Jember, sehingga akan didapatkan daerah genangan dan tingkat kerentanan.

Akhir kata, penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya apabila ada kesalahan kata dalam penulisan tugas akhir ini dan penulis berharap tugas akhir ini dapat membawa banyak manfaat dan kontribusi bagi perkembangan teknologi di bidang rekayasa kelautan.

Surabaya, Januari 2018

Leonardo Sihombing

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan.....	i
UCAPAN TERIMA KASIH.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL.....	v
ABSTRAK.....	vi
BAB I.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan.....	4
1.4. Manfaat.....	4
1.5. Batasan Masalah.....	4
BAB II.....	5
2.2. Dasar Teori.....	6
2.2.1. Pengertian Tsunami.....	6
2.2.2. Proses Pembangkitan Gelombang Tsunami.....	7
2.2.3. Ancaman Bahaya Genangan Tsunami.....	8
2.2.4. Run-up.....	9
2.2.5. Kerentanan.....	10
2.2.6. Kerentanan Fisik.....	11
2.2.7. Indeks Kerentanan Pantai.....	12
2.2.8. Permodelan dengan menggunakan DelftDashboard.....	13

BAB III.....	15
3.1. Diagram Alir Penelitian.....	15
3.2. Penjelasan Diagram Alir.....	17
BAB IV.....	21
4.1. Lokasi Penelitian.....	21
4.1.1. Kondisi Fisik.....	23
4.1.2. Kondisi Sosial.....	24
4.2. Pembangkitan Tsunami.....	25
4.3. Permodelan Menggunakan Delft DashBoard.....	25
4.3.1. Pembuatan Grid.....	26
4.3.2. Input Batimetri.....	27
4.3.3. Penentuan Initial Condition.....	28
4.4. Proses Data.....	30
4.5. Tinggi Gelombang di Garis pantai.....	37
4.6. Hasil Run up.....	37
4.7. Analisa tingkat kerentanan Pesisir.....	38
4.7.1. Penilaian variable penentu tingkat kerentanan pesisir.....	38
4.7.2. Tingkat Kerentanan Pesisir.....	43
BAB V	
5.1. Kesimpulan.....	45
5.2. Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Letak Geografis daerah Pesisir Jember.....	25
Gambar 4.2 Tampilan Awal Delft DashBoard.....	31
Gambar 4.3 Grid dari sumber pembangkitan hingga garis pantai.....	32
Gambar 4.4 Batimetri dari sumber pembangkit hingga garis pantai.....	33
Gambar 4.5 Initial Condition.....	35
Gambar 4.6 Tampilan output water level pada 00:00:00.....	36
Gambar 4.7 Tampilan output water level pada 00:03:00.....	37
Gambar 4.8 Tampilan output water level pada 00:06:00.....	37
Gambar 4.9 Tampilan output water level pada 00:09:00.....	38
Gambar 4.10 Tampilan output water level pada 00:12:00.....	38
Gambar 4.11 Tampilan output water level pada 00:15:00.....	39
Gambar 4.12 Tampilan output water level pada 00:18:00.....	39
Gambar 4.13 Tampilan output water level pada 00:21:00.....	40
Gambar 4.14 Tampilan output water level pada 00:24:00.....	40
Gambar 4.15 Tampilan output water level pada 00:27:00.....	41
Gambar 4.16 Tampilan output water level pada 00:30:00.....	41
Gambar 4.17 Tampilan output water level pada 00:34:00.....	42
Gambar 4.18 Peta Kerentanan Wilayah Pesisir Jember.....	44

DAFTAR TABEL

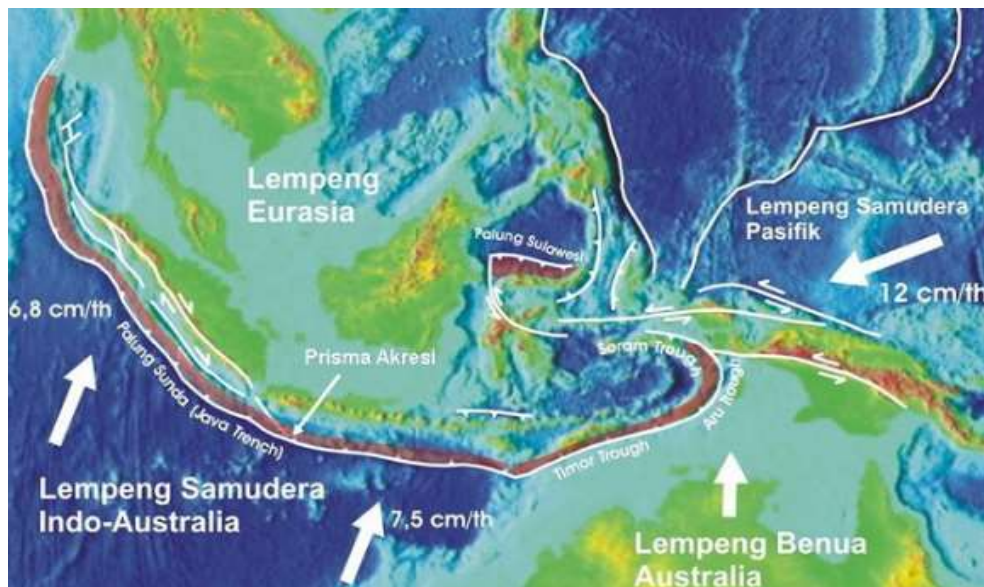
Tabel 2.1 Tingkat Kerentanan Berdasarkan IKP.....	12
Tabel 4.1 NAMA DESA YANG DITINJAU.....	22
Tabel 4.2 Luas Desa Pesisir dalam Penelitian.....	22
Tabel 4.3 Ketinggian desa dan kelerengan.....	23
Tabel 4.4 Kepadatan Penduduk di wilayah Penelitian.....	24
Tabel 4.5 Rasio Kelamin wilayah Pesisir Jember.....	24
Tabel 4.6 Tabel set up gelombang tsunami.....	37
Tabel 4.7 Tabel run up tsunami.....	37
Tabel 4.8 Pembagian Kelas Kepadatan Penduduk.....	39
Tabel 4.9 Pembagian kelas rasio jenis kelamin.....	39
Tabel 4.10 Pembagian kelas Ketinggian topografi.....	41
Tabel 4.11 Pembagian kelas kemiringan.....	41
Tabel 4.12 Pembagian Kelas Run-up Tsunami.....	42
Tabel 4.13 Indeks Kerentanan Pesisir(IKP).....	42
Tabel 4.14 Tingkat Kerentanan Berdasarkan IKP,.....	43
Tabel 5.1 TABEL PERHITUNGAN NILAI RUN UP.....	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang berpotensi terkena bencana tsunami. Hal disebabkan karena Indonesia terletak diantara tiga lempeng besar, yaitu lempeng Hindia-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik. Gelombang Tsunami sangat rawan jika memasuki area pesisir suatu daerah. Contohnya nyata adalah Tsunami Aceh 2004 dimana menimbulkan korban jiwa 280 ribu (Helmi Ade Putra, 2014). Bencana yang terjadi karena aktifitas seismik di Indonesia adalah yang terbesar di Asia Tenggara. Salah satu wilayah yang rawan akan bencana Tsunami adalah wilayah Jember yang merupakan kawasan pesisir pantai selatan Jawa. Secara geologis daerah pesisir selatan Jawa berada pada jalur subduksi atau pertemuan antara lempeng yaitu dalam ini adalah lempeng Hindia-Australia dan Lempeng Eurasia. Pergerakan lempeng tektonik di kawasan ini sering kali menyebabkan gempa besar yang dapat menimbulkan tsunami.



Gambar 1.1 Pertemuan lempeng Eurasia dan Indo-Australia

(Sumber: www.dosenpendidikan.com)

Menurut Kepala Badan Kesatuan Bangsa dan Perlindungan Masyarakat (Bakesbanglinmas) Jember, Edy Budi Susilo, Sebanyak tujuh kecamatan di Kabupaten Jember, Jawa Timur, yang berada di sepanjang pesisir pantai selatan Jawa merupakan daerah rawan gempa yang berpotensi terjadinya gelombang tsunami (republika.co.id, Jumat, 7 Januari 2011 22:38 WIB).

Pergerakan tektonik dikawasan ini sering kali menyebabkan gempa yang dapat menyebabkan tsunami. Gempa bumi di di daerah selatan jawa dapat berkekuatan 5-7 SR (Soehaimi, 2008). Di Indonesia tsunami terjadi beberapa kali dalam beberapa abad terakhir, salah satunya terjadi di Samudra Hindia pada 3 Juni 1994 yang mengakibatkan kerusakan parah di pantai sekitar Banyuwangi. Berbatasan dengan Kabupaten Banyuwangi terdapat Kabupaten Jember yang sama-sama berada di pantai Selatan Jawa. Wilayah jember akan terkena dampak akibat bencana tsunami tersebut. Akan banya korban dan kerusakan infrastruktur.

Gelombang tsunami melimpas memasuki daratan melewati semua benda yang ada di pantai dan daratan hingga kecepatannya berkurang dan air kembali ke laut. Tinggi gelombang (run up) saat mencapai pantai akan mempengaruhi distribusi dan jarak genangan ke arah daratan. Distribusi luas dan tinggi genangan secara spasial dapat diperoleh dengan analisis kontur wilayah pesisir (Diposaptono dan Budiman 2008). Gelombang tsunami akan memasuki daratan dan menggenangi daerah yang dilewatinya. Daerah yang dilewati dan digenangi air berpotensi mengalami kerusakan.

Perilaku gelombang tsunami sangat berbeda dari ombak laut biasa. Gelombang tsunami bergerak dengan kecepatan tinggi dan dapat merambat lintas-samudera dengan sedikit able berkurang. Tsunami dapat menerjang wilayah yang berjarak ribuan kilometer dari sumbernya, sehingga mungkin ada selisih waktu beberapa jam antara terciptanya gelombang ini dengan bencana yang ditimbulkannya di pantai. Waktu perambatan gelombang tsunami lebih lama dari waktu yang diperlukan oleh gelombang untuk mencapai tempat yang sama (Nanin Trianawati, 2008).

Kedatangan tsunami yang begitu cepat sangat tidak memungkinkan penduduk didaerah pesisir pantai untuk meloloskan diri. Hal ini menimbulkan kerugian besar jika

tanpa pengurangan resiko bencana tersebut meningkatnya aktivitas masyarakat penduduk dan banyak rumah rumah nelayan sara dan prasarana umum seperti sekolah dan rumah ibadah berdekatan dengan pantai. Gelombang tsunami melimpas memasuki daratan melewati semua benda yang ada di pantai dan daratan hingga kecepatannya berkurang dan air kembali ke laut. Tinggi gelombang (*run up*) saat mencapai pantai akan mempengaruhi distribusi dan jarak genangan ke arah daratan. Distribusi luas dan tinggi genangan secara spasial dapat diperoleh dengan analisis kontur wilayah pesisir (Diposaptono dan Budiman 2008). Gelombang tsunami akan memasuki daratan dan menggenangi daerah yang dilewatinya. Daerah yang dilewati dan digenangi air berpotensi mengalami kerusakan.

Salah satu cara untuk mengurangi resiko yang akan terjadi adalaah dengan mengetahui daerah genangan yang akan terkena tsunami. Oleh karena itu perlu dilakukan permodelan tsunami guna mengetahui penyebaran gelombang tsunami dari sumber terhadap wilayah Jember, waktu yang diperlukan gelombang tsunami, dan ketinggian tsunami. Agar dapat memprediksi daerah mana beresiko terkena bencana tsunami.

Penelitian menggunakan permodelan dengan bantuan Delft3D untuk menganalisa hubungan antara *run-up* dengan topografi wilayah Jember. Dari hasil analisa ini diharapkan dapat menunjukkan hubungan maksimum *run-up* dengan topografi wilayah Jember lalu hasil akhir dari simulasi pada simulasi Delft 3D akan menghasilkan pemetaan daerah yang tergenang. Tingkat kerentanan wilayah akan bencana tsunami di daerah tersebut akan diukur dengan menggunakan metode CVI(*coastal vulnerability index*).

Penelitian ini akan memberikan gambaran lokasi mana yang mungkin digenangi oleh air gelombang tsunami dengan ketinggian tertentu. Informasi mengenai kemungkinan penggenangan di suatu lokasi diharapkan dapat menjadi masukan bagi masyarakat dan Pemerintah untuk waspada terhadap bahaya tsunami dan bekerja sama untuk melakukan upaya pencegahan kerusakan seperti rehabilitasi pantai dan pembuatan rute evakuasi bagi areal rawan genangan. Memberi gambaran lokasi mana yang mungkin digenangi oleh air gelombang tsunami dengan ketinggian tertentu.

Informasi mengenai kemungkinan penggenangan di suatu lokasi diharapkan dapat menjadi masukan bagi masyarakat dan Pemerintah untuk waspada terhadap bahaya tsunami dan bekerja sama untuk melakukan upaya pencegahan kerusakan seperti rehabilitasi pantai dan pembuatan rute evakuasi bagi areal rawan genangan.

4.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah

1. Berapa jarak daerah genangan dari garis pantai akibat Tsunami di pesisir Jember?
2. Bagaimana tingkat kerentanan fisik di wilayah pesisir Jember?

1.2 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah

1. Mengetahui jarak daerah genangan dari garis pantai akibat Tsunami di pesisir Jember.
2. Mengetahui tingkat kerentanan wilayah pesisir Jember.

1.3 Manfaat

Adapun manfaat setelah dilakukan penelitian ini adalah sebagai bahasan referensi baik untuk masyarakat maupun pemerintahan dalam upaya merelokasi wilayah yang rawan tsunami serta sebagai referensi untuk pengembangan wilayah. Dan dapat dijadikan acuan dalam mitigasi bencana tsunami.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah

1. Daerah yang di tinjau adalah kawasan pesisir Jawa timur.
2. Software untuk menampilkan genangan menggunakan software ArchGIS.
3. Permodelan genangan tidak dipengaruhi oleh koefisien kekasaran permukaan.
4. Pasang Surut tidak diperhitungkan.
5. Tingkat kerentanan hanya dilihat dari variabel kerentanan Fisik saja .
6. Perhitungan tingkat kerentanan pesisir tsunami menggunakan metode CVI(*coastal vulnerability index*).

BAB II

DASAR TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Tsunami merupakan gelombang laut dengan periode panjang yang ditimbulkan gangguan yang terjadi pada medium laut seperti adanya gempa bumi tektonik di laut. Tsunami juga adalah sebuah gelombang laut yang mampu menjalar dengan kecepatan lebih dari 900 Km/Jam, terutama jika diakibatkan oleh gempa bumi yang terjadi di dasar laut. Tsunami memiliki panjang gelombang antara puncaknya lebih dari 100 Km di laut lepas dan selisih waktu antara puncak-puncaknya gelombangnye berkisar 10 menit hingga 1 jam (Kementerian ESDM, Pengenalan Tsunami). Di lokasi pembentukan tsunami tinggi gelombang diperkirakan sekitar 0.5 hingga 3 meter dan panjang gelombangnya lebih dari puluhan kilometer (Anita dkk, 2012). Selama penjalaran dari tengah laut menuju pantai, kecepatan semakin berkurang karena gesekan dengan dasar laut yang semakin dangkal sehingga tinggi gelombang di pantai akan semakin besar karena adanya penumpukan massa air (Disaptono dan Budiman, 2008).

Magnitudo tsunami yang terjadi di Indonesia berkisar antara 1.5-4.5 skala Imamura dan pada umumnya yang terjadi berupa tsunami local yaitu tsunami yang terjadi sekitar 10-20 menit setelah terjadinya gempa bumi yang dirasakan oleh masyarakat setempat. Sedangkan tsunami jarak jauh terjadi sekitar 1-8 jam setelah gempa dan masyarakat setempat tidak merasakan adanya getaran gempa buminya. Tsunami juga dapat didefinisikan sebagai serangkaian gelombang tinggi yang disebabkan oleh perpindahan sejumlah besar air laut secara tiba-tiba (NTHMP, 2001) dan memiliki karakteristik yang berbeda dengan gelombang pasang (tidal wave) atau gelombang permukaan (surface wave) yang biasa dapat dijumpai di pantai (Disaptono dan Budiman, 2006). Dengan besarnya angka magnitudo gempa tersebut tinggi gelombang tsunami maksimum yang mencapai pantai berkisar antara 4-24 meter dan jangkauan gelombang ke daratan berkisar antara 50 sampai 200 meter dari garis pantai.

Aktifitas kegempaan di pantai selatan Jawa decade ini lebih aktif dibandingkan periode sebelumnya berdasarkan catalog kegempaan. Subduksi di pantai selatan Jawa masih aktif, hal itu berdasarkan peta seismisitas dalam kurun waktu 1976 sampai 2012 terjadi gempa gempa yang memiliki magnitude dari 6,4 Mw sampai 7,8 Mw. Dari beberapa gempa tersebut telah terjadi Tsunami sebanyak dua kali, yaitu di daerah Banyuwangi pada tahun 1994 dan Pangandaran pada tahun 2006.

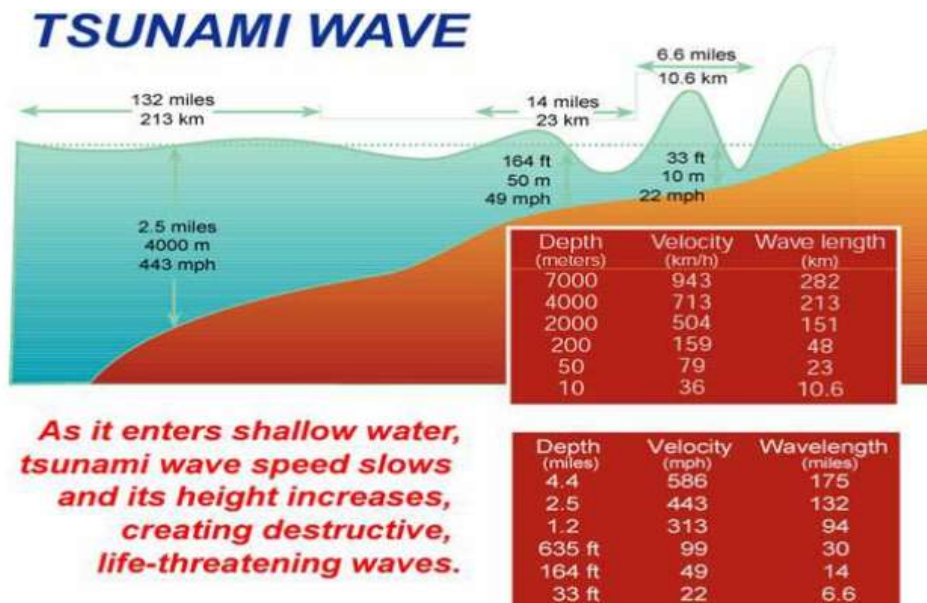
Menurut Penelitian Anita Zaitunah dkk tinggi Tsunami saat di pantai selatan Jawa Barat tahun 2006 bervariasi 2-8 meter. Ketika tinggi gelombang 7.5 meter memasuki daratan maka, sekitar 4 % daerah garis pantai menuju daratan akan tergenang. Masih menurut penelitian Anisa Zaitunah dkk, bahwa dengan ketinggian gelombang 7 meter, sebagian air masuk ke daratan sejauh 2 meter dari pantai. Dan ada pula yang berjarak 1 kilometer dari pantai.

Dalam catatan World Food Program PBB dan LAPAN tahun 2006 diketahui korban meninggal di wilayah Jawa Barat adalah 427 orang sedangkan yang hilang dan terluka 856 orang. Rumah yang hancur total lebih dari 900 rumah dan lebih dari 1200 rumah mengalami kerusakan parah dan ringan.

2.1 Dasar Teori

2.1.1 Pengertian Tsunami

Tsunami adalah rangkaian gelombang laut yang mampu menjalar dengan kecepatan hingga lebih 900 km per jam, terutama diakibatkan oleh gempa bumi yang terjadi di dasar laut. Kecepatan gelombang bergantung pada kedalaman air laut. Di laut dengan kedalaman 7000 m misalnya, kecepatannya bisa mencapai 943 km/jam. Kecepatan ini hampir sama dengan kecepatan pesawat jet. Namun demikian tinggi gelombangnya di tengah laut tidak lebih dari 60 cm. Akibatnya kapal-kapal yang sedang berlayar di atasnya jarang merasakan adanya tsunami.



Gambar 2.1 Pembentukan Tsunami

(Sumber: <http://www.globalsecurity.org/eye/andaman-pix2.htm>.)

Berbeda dengan gelombang laut biasa, tsunami memiliki panjang gelombang antara dua puncaknya lebih dari 100 km di laut lepas dan selisih waktu antara puncak-puncak gelombangnya berkisar antara 10 menit hingga 1 jam. Saat mencapai pantai yang dangkal, teluk, atau muara sungai gelombang ini menurun kecepatannya, namun tinggi gelombangnya meningkat puluhan meter dan bersifat merusak.

2.1.2 Proses Pembangkitan Gelombang Tsunami

Mekanisme generasi pokok (atau penyebab) dari tsunami adalah perpindahan volume besar air atau gangguan dari laut. Displasemen air biasanya dikaitkan baik gempa bumi, tanah longsor, letusan gunung berapi, runtuhnya gletser atau oleh meteorit dan tes nuklir yang jarang terjadi. Gelombang terbentuk dengan cara ini kemudian ditopang oleh gravitasi. Pasut tidak memainkan peran apapun dalam pembangkitan tsunami. Tsunami dapat dihasilkan ketika dasar laut tiba-tiba mengalami deformasi dan secara signifikan menggerakkan air di atasnya. Gempa tektonik adalah jenis gempa yang berkaitan dengan deformasi kerak bumi; ketika gempa ini terjadi di bawah laut, air yang ada di daerah deformasi dipindahkan dari posisi keseimbangannya. Lebih khusus, tsunami dapat dihasilkan ketika dorongan yang berhubungan dengan konvergen atau

pelat merusak batas bergerak secara tiba-tiba, sehingga perpindahan air karena komponen gerakan terlibat. Gerakan pada normal (ekstensional) kesalahan juga dapat menyebabkan perpindahan dari dasar laut, tetapi hanya yang terbesar dari peristiwa tersebut (biasanya berkaitan dengan *flexure* dalam parit membengkak luar) menyebabkan cukup perpindahan untuk menimbulkan tsunami yang signifikan, seperti 1977 Sumba dan 1933 peristiwa Sanriku.



Gambar 2.2 Proses Pembentukan Tsunami

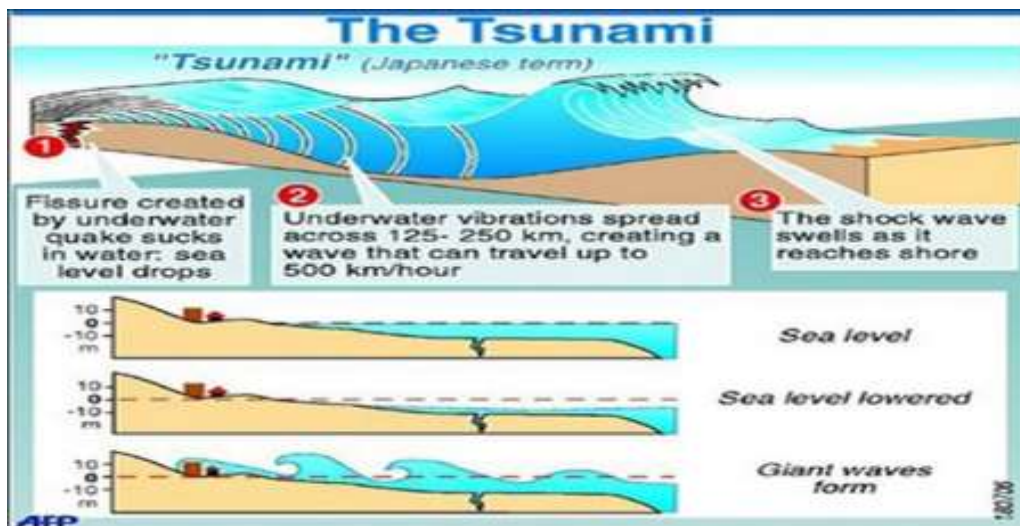
(Sumber: <https://pemerhatibencana.wordpress.com/tag/tsunami>)

2.1.3 Ancaman Bahaya Genangan Tsunami

Setelah mencapai daratan, tsunami menjalar naik sampai energi kinetiknya habis dan berubah menjadi energi potensial yang disebut *Run-Up*. *Run-up* tsunami terjadi ketika puncaknya pada gelombang tsunami perjalanan dari wilayah dekat pantai ke pantai. *Run-up* adalah pengukuran ketinggian air darat diamati di atas tingkat permukaan laut. *Run-up* tsunami dipengaruhi oleh banyak variabel. Variabel ini akan mempengaruhi daerah genangan yang terkena hempasan *Run-up* tsunami di daratan. Menurut Triatmadja(2010) *Run-up* tsunami sangat tergantung pada kondisi dan karakteristik gelombang.termasuk bebrapa variabel berikut:

1. Kemiringan lereng(daratan). Semakin curam daratan semakin pendek yang ditempuh oleh tsunami.

2. Banyaknya rintangan. Rintangan akan mengurangi kekuatan dari gelombang tsunami. Rintangan yang dimaksud adalah seperti pohon, rumah, serta infrastruktur.
3. Kekasaran pantai. Pantai yang tanpa penghalang . kekasaran permukaan pantai akan mempengaruhi *Run-up* tsunami.
4. Panjang tsunami. Tsunami yang pendek tidak dapat bergerak menuju daratan.
5. Tinggi tsunami. Semakin tinggi tsunami, kemungkinan besar akan masuk ke daratan.



Gambar 2.3 Visualisasi ancaman Tsunami

(Sumber: <http://nurahmadkresnawijaya.blogspot.co.id>)

2.2 Run-up

Penyebab tsunami dapat menjadi bencana adalah run-up yang timbul akibat tsunami tersebut. Run-up adalah rayapan muka air laut ke arah daratan hingga elevasinya diatas muka air laut rata-rata/MSL (Mean Sea Level). Setelah mencapai daratan, gelombang tsunami akan menjalar dan menyebar sampai energinya habis. Run-up tsunami dipengaruhi oleh banyak variable sehingga sangat sulit ditentukan secara analitis. Hal ini juga sangat tergantung pada kondisi daratan dan karakteristik gelombang, termasuk beberapa variable seperti kemiringan daratan, banyaknya daratan, kekasaran pantai, panjang tsunami, dan tinggi tsunami.

$$\frac{R_s}{h_0} = 2.831 \sqrt{\cot \beta} \left(\frac{H}{h_0} \right)^{5/4}$$

Dengan

R_s = maksimum run up

h_0 = kedalaman air normal

H = tinggi gelombang

β = sudut kemiringan *shore line*

2.3 Kerentanan

Kerentanan (vulnerability) merupakan suatu kondisi dari suatu komunitas atau masyarakat yang mengarah atau menyebabkan ketidakmampuan dalam menghadapi ancaman bahaya (BAKORNAS PB, 2007). Kerentanan adalah tingkat kemungkinan suatu objek bencana yang terdiri dari masyarakat, struktur, pelayanan atau daerah geografis mengalami kerusakan atau gangguan akibat dampak bencana atau kecenderungan suatu benda yang rusak akibat bencana. Tingkat kerentanan adalah suatu hal penting untuk diketahui sebagai salah satu factor yang berpengaruh terhadap terjadinya bencana alam, bencana akan menjadi bahaya apabila terjadi pada kondisi yang rentan. Menurut Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya Edisi II (2007), tingkat kerentanan akibat terjadinya suatu bencana dapat ditinjau dari 3 aspek yaitu:

a. Kerentanan fisik

Kerentanan fisik adalah kerentanan yang menggambarkan perkiraan tingkat kerusakan terhadap fisik bila ada factor berbahaya tertentu. Melihat dari berbagai indicator sebagai berikut: presentasi kawasan terbangun, kepadatan bangunan, presentase bangunan konstruksi darurat, jaringan listrik, rasio panjang jalan, jaringan telekomunikasi, jaringan PDAM, dan jalan kereta api.

b. Kerentanan sosial

Kerentanan social menunjukkan perkiraan tingkat kerentanan terhadap keselamatan jiwa/kesehatan penduduk apabila bahaya. Dari beberapa indicator antara lain kepadatan penduduk, laju pertumbuhan penduduk, dan presentasi penduduk usia tua-balita.

c. Kerentanan ekonomi

Kerentanan ekonomi adalah menggambarkan besarnya kerugian atau rusaknya kegiatan ekonomi (proses ekonomi) yang terjadi bila adanya ancaman bahaya. Indikator yang dapat dilihat adalah presentase rumah tangga yang bekerja dan kemiskinan. Dalam penelitian ini indicator yang digunakan dalam mengukur tingkat kerentanan, hanya berdasarkan kerentanan fisik. Indikator dalam mengukur kerentanan fisik yaitu Indikator adalah kepadatan rumah, ketersediaan fasilitas umum, dan fasilitas kritis.

2.3.1 Kerentanan Fisik

Apabila terkena bencana, suatu daerah akan menanggung kerugian akan aset-aset yang dimiliki pada wilayah tersebut. Kerentanan fisik ini digunakan untuk mengetahui prakiraan kerugian yang akan diterima suatu wilayah terhadap aset-aset yang mereka miliki. Pemilihan indicator dikaji dari dasar teori yang sesuai dengan Peraturan Kepala BNPB No. 2 (2012) dan Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya Edisi II (2007) adalah penggunaan lahan dan jumlah fasilitas umum.

Kepadatan pemukiman dipilih karena dapat mewakili keberadaan areal terbangun yang rawan bencana terhadap kemungkinan bencana. Kepadatan pemukiman menggambarkan kawasan yang terbagun. Ketersediaan fasilitas umum dan fasilitas kritis diperhitungkan karena untuk menunjukkan kerugian yang terjadi pada wilayah yang terkena bencana. Menurut Utomo (2012) yang termasuk fasilitas umum adalah fasilitas kesehatan, fasilitas pendidikan, fasilitas peribadahan, dan pasar.

2.3.2 Indeks Kerentanan Pantai

Pada penelitian ini penilaian kerentanan akibat bencana tsunami dilihat dari 4 aspek yaitu dari aspek kerentanan fisik, kerentanan social, kerentanan ekonomi, dan kerentanan lingkungan. Salah satu metode yang digunakan untuk menghitung kerentanan adalah dengan metode CVI (Coastal Vulnerability Index) (Doukakis, 2005). Penentuan tingkat kerentanan dengan metode CVI yang telah dimodifikasi menurut Wahyudi (2008) dihitung dengan persamaan indeks kerentanan pantai (IKP).

$$IKP (CVI) = \sqrt{\frac{\text{perkalian bobot tiap variabel}}{\text{jumlah variabel}}}$$

Dengan:

IKP : Indeks Kerentanan Pantai

CVI : Coastal Vulnerability Index

Variabel : Sesuai dengan ancaman bencana

Variabel yang diperhitungkan sesuai dengan dasar teori yang telah dijelaskan, terdapat 11 variabel. Variable tersebut merupakan parameter untuk menghitung indeks kerentanan pantai. Menurut Doukakis (2005) yang disesuaikan, penyusunan tingkat kerentanan pantai berdasarkan indeks kerentanan pantai (IKP) berikut:

Tabel 2.2.6. Tingkat Kerentanan berdasarkan IKP

IKP	<25	25-50	50-75	75-100	>100
Kerentanan	Tidak rentan	Sedikit rentan	Cukup rentan	Rentan	Sangat rentan

2.3.3 Permodelan dengan menggunakan DelftDashboard

Delft Dashboard merupakan salah satu software grafis Matlab berbasis standalone (yaitu GUI) yang dapat digunakan pemodel dalam menyiapkan model baru dan yang sudah ada. Untuk lokasi di manapun di dunia, model sekarang dapat disiapkan dalam hitungan menit, sebuah operasi yang biasanya menyita waktu. Tampilan Delft Dashboard mencakup semua pilihan yang terkait dengan hidrodinamika, gelombang, morfodinamika dan kualitas air yang juga tersedia di rangkaian pemodelan Delft3D. Namun, bahkan penerapannya melampaui model Delft3D standar yang disiapkan, karena dashboard juga dapat melakukan analisis pasang surut, simulasi kecepatan angin, perkiraan penurunan tekanan untuk siklon tropis dan analisis pembangkitan / propagasi tsunami. Tsunami yang juga dikenal sebagai gelombang laut seismik adalah serangkaian gelombang di badan air yang disebabkan oleh perpindahan sejumlah besar air, perpindahan permukaan air awal yang disebabkan oleh gempa bumi dapat dihitung. Tinggi permukaan air untuk setiap daerah dapat didapat. Simulasi dilakukan guna mendapatkan informasi areal genangan yang disebabkan oleh tsunami. Model ini memiliki kemampuan untuk menstimulasikan kondisi aliran berdasarkan grid rektilinear, sferikal atau kurvalinear pada bidang horizontal. Pilihan menggunakan kurvalinear memberikan fleksibilitas yang berkenaan dengan aspek batas sesuai hubungan daratan dengan lautan dan batas terbuka. Parameter untuk mendapatkan tinggi air dimanapun yaitu adalah koordinat daerah, parameter gempa, serta waktu tempuh dari sumber pembangkitan hingga garis pantai.

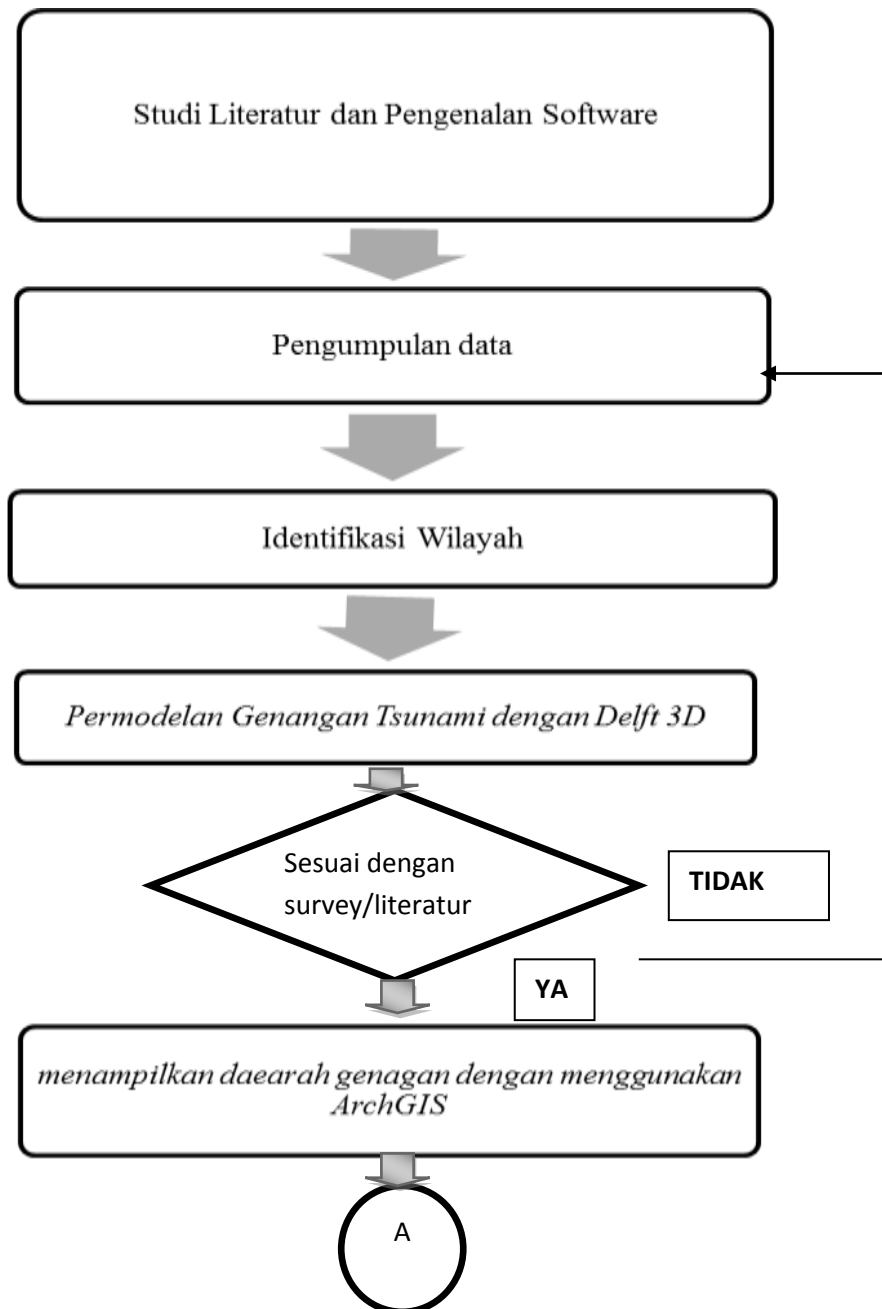
(HALAMAN SENGAJA DIKOSONGKAN)

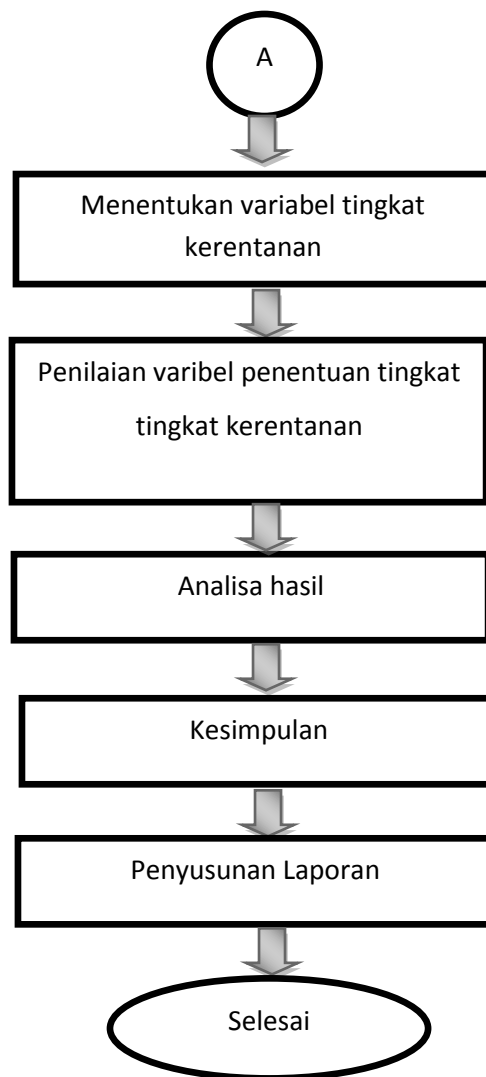
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian

Alur pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :





Gambar 3.1 Diagram alir untuk pengerjaan tugas akhir

1.2.1 Penjelasan Diagram Alir

Penjelasan berikut digunakan untuk memberikan detail yang menunjukkan proses penelitian yang dilakukan. Berikut penjelasan dari diagram alir :

1.Studi Literatur dan Pengenalan *Software*

Pada penelitian ini yang dilakukan pertama adalah studi literatur dan pengenalan *software* yang akan digunakan. Dalam studi literatur melalui jurnal ilmiah, buku, maupun penelitian sebelumnya digunakan untuk mencari tahu lebih banyak tentang penelitian yang akan dilakukan, dalam hal ini yaitu berbagai penelitian tentang tsunami. Untuk pengenalan *software* dilakukan bersamaan dengan studi literatur, karena diperlukan juga jurnal atau petunjuk untuk *software* yang akan digunakan. Mulai praktek menggunakan *software* sesuai petunjuk baik dalam bentuk tulisan atau lainnya yang tersedia di berbagai sumber maupun tutorial khusus.

2.Pengolahan Data dan Persiapan Input

Data-data yang diperlukan dalam analisa daerah genangan akibat tsunami adalah:

a. Data Topografi

Pada tugas akhir ini digunakan data topografi untuk meninjau daerah genangan akibat bencana tsunami. Data topografi didapat dari pengolahan data DEM(digital elevation model data) dengan menggunakan Global Mapper.dari data topografi juga akan didapat data kelerengan.

b. Data Batimetri yaitu data kedalaman laut hingga garis pantai daerah yang akan ditinjau.

c. Data parameter gempa.

d. Data fisik berupa kepadatan penduduk, ratio jenis kelamin.

3. Identifikasi Wilayah

Mempelajari tentang potensi. Mengetahui letak dan koordinat daerah. Mengetahui bahwa daerah penelitian berpotensi terkena dampak tsunami.

4. Analisa Numerik dengan *Software*

Data yang didapat dan sudah disesuaikan dengan input yang diinginkan *software*, langkah selanjutnya adalah melakukan analisa numerik dengan *software* itu sendiri. *Software* yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Delft Dashboard*. *Software* ini bersifat *open source* sehingga dapat diunduh oleh siapa saja. Pada analisa numerik, semua input data dimasukkan dan dengan bantuan program yang ada pada *software* disesuaikan variabel apa saja yang diinginkan berdasarkan input data tadi. Tidak menutup kemungkinan *software* bisa melakukan kesalahan data *output* yang diinginkan, oleh karena dibutuhkan ketelitian dan hati – hati pada proses input data beserta analisa numerik dengan *software*.

5. Validasi Model genangan

Pada tahap ini dilakukan validasi untuk mengetahui jarak genangan dari garis pantai sesuai dengan survei studi literatur penelitian sebelumnya. Dalam melakukan validasi ini menggunakan jurnal (Maramai dan Tinti, 1997) yang melakukan survey lapangan tanggal 3 Juni 1994.

6. Menampilkan hasil daerah genangan

Pada tahap akan akan ditampilkan hasil analisa *run-up* dari *Delft Dashboard* dengan menggunakan *software* ArchGIS.

7. Menentukan variabel penentu tingkat kerentanan

Tingkat kerentanan suatu daerah pada suatu ancaman dilihat dari aspek fisik.

8. Penilaian Variabel dan tingkat kerentanan pesisir

Setelah dilakukan permodelan genangan serta sudah sudah dilakukannya penentuan variabel penentu, maka dilakukan pembobotan pada setiap variabel. Dari pembobotan tersebut maka akan diketahui tingkat kerentanan dengan

menggunakan metode CVI(*coastal vulnerability index*) dan hasil akan di visualisasikan dengan menggunakan software arcGIS. Tingkat kerentanan suatu daerah pada suatu ancaman dilihat aspek fisik dan harus ditentukan penentu kerentanan terhadap bencana tsunami.

9. Hasil analisa

Hasil permodelan pada Delft Dashboard akan menghasilkan wave *set up* yaitu ketinggian gelombang pada garis pantai. Setelah itu akan dilakukan perhitungan daerah genangan yang menggunakan rumus pendekatan Run Up. Hasil *run-up* tersebut akan dijadikan variabel kerentanan. Maka akan didapat index kerentanan pesisir dengan perhitungan metode(CVI).

10. Kesimpulan dan saran

Dalam bab ini akan dilakukan kesimpulan dari analisis data dan penelitian sebelumnya. Serta pemberian saran untuk penelitian selanjutnya.

11. Penyusunan Laporan

Penulisan laporan meliputi penulisan dari awal sampai akhir(latar belakang, tujuan, dan sebagainya, hingga kesimpulan dan saran untuk penelitian selanjutnya).

(HALAMAN SENGAJA DIKOSONGKAN)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Lokasi Penelitian

Kabupaten Jember merupakan salah satu Kabupaten di Jawa Timur yang berdekatan dengan Samudra Hindia. Secara geografis Kabupaten Jember berada pada posisi 7059'6" sampai 8033'56" Lintang Selatan dan 113016'28" sampai 114003'42" Bujur Timur. Wilayah Kabupaten Jember mencakup area seluas 3.293,34 Km². Sedangkan luas perairan Kabupaten Jember yang termasuk ZEE(Zona Ekonomi Eksklusif) kurang lebih 8335 Km². Secara Administratif, Kabupaten Jember dibatasi oleh:

Sebelah Utara	:Kabupaten Bondowoso
Sebelah Timur	: Kabupaten Banyuwangi
Sebelah Selatan	: Samudra Hindia
Sebelah Barat	:Lumajang



Gambar 4.1 Letak Geografis daerah Pesisir Jember

(Sumber: Citra Satelit, Google Earth)

Tabel 4.1 Nama desa yang ditinjau

No	Desa	Kecamatan
A	Paseban	Kencong
B	Mayangan	Gumukmas
C	Mojosari	Puger
D	Puger Wetan	Puger
E	Mojomulyo	Puger
F	Lojejer	Wuluhan
G	Sumberrejo	Ambulu
H	Curahnongko	Tempurejo
I	Andongrejo	Andongrejo

Kabupaten Jember merupakan salah satu kabupaten pesisir di selatan Jawa Timur. Jember terdiri dari 31 kecamatan, enam diantaranya merupakan kecamatan pesisir. Jumlah desa pesisir yang berada dalam enam kecamatan tersebut adalah 9 desa. Wilayah Jember memiliki garis pantai sepanjang 115,827 km. Kabupaten Jember Berada pada ketinggian 0-3300 meter di atas permukaan laut. Karakter topografi dataran ngarai yang subur pada bagian tengah dan selatan dan dikelilingi pegunungan yang memanjang batas barat dan timur. Dan ketinggian perkotaan Jember kurang lebih 87 meter

Tabel 4.2 Luas Desa Pesisir dalam Penelitian

No	Desa	Kecamatan	Luas(Km Square)
A	Paseban	Kencong	7,99
B	Mayangan	Gumukmas	14,66
C	Mojosari	Puger	8,72
D	Puger Wetan	Puger	4,31
E	Mojomulyo	Puger	7,44
F	Lojejer	Wuluhan	1,44
G	Sumberrejo	Ambulu	18,71
H	Curahnongko	Tempurejo	283,39

I	Andongrejo	Andongrejo	267,79
---	------------	------------	--------

(Sumber: Dinas Perikanan Dan Kelautan Jawa timur,2016)

4.3 Kondisi Fisik

Kabupaten Jember berada pada ketinggian 0 – 3.330 meter di atas permukaan laut. Daerah dengan ketinggian 100 – 500 meter di atas permukaan air laut merupakan kawasan terluas, yaitu 1.240,77 km² atau 37,68 % dari luas wilayah Kabupaten Jember sedangkan kawasan tersempit adalah daerah dengan ketinggian lebih dari 2.000 meter di atas permukaan laut dengan luas 31,34 km² atau 0,95 % dari luas wilayah Kabupaten Jember.

Kabupaten Jember memiliki karakter topografi dataran ngarai yang subur pada bagian Tengah dan Selatan serta dikelilingi oleh pegunungan yang memanjang pada batas Barat dan Timur. Di wilayah Barat Daya memiliki dataran dengan ketinggian 0 – 25 meter di atas permukaan laut, sedangkan di wilayah Timur Laut yang berbatasan dengan Kabupaten Bondowoso dan wilayah Tenggara yang berbatasan dengan Kabupaten Banyuwangi memiliki ketinggian di atas 1.000 meter di atas permukaan air laut.

Tabel 4.3. Ketinggian desa dan kelerengan

No	Desa	Kecamatan	Ketinggian(m)	Kelerengan
1	Paseban	Kencong	9	4,2
2	Mayangan	Gumukmas	9	4,1
3	Mojosari	Puger	8	6,5
4	Puger Wetan	Puger	8	5,1
5	Mojomulyo	Puger	8	4,6
6	Lojejer	Wuluhan	3	40,2
7	Sumberrejo	Ambulu	10	3,5
8	Curahnongko	Tempurejo	425	50,2
9	Andongrejo	Andongrejo	33	35,5

(Sumber: Dinas Perikanan Dan Kelautan Jawa timur,2016)

4.1.2. Kondisi Sosial

Kondisi Sosial akan mempengaruhi dampak dari bencana tsunami tersebut. Kondisi social yang di pengaruhi oleh kepadatan penduduk dan jumlah penduduk rentan. Kepadatan pendudukan memiliki potensi kerugian yang lebih besar ketika dilanda tsunami. Hal tersebut dikarenakan menandakan semakin banyaknya jiwa yang terkena bencana maka semakin banyak yang mengalami kerugian. Jumlah penduduk rentan berkaitan dengana evakuasi pada saat terjadi bencana. Semakin banyak jumlah penduduk, maka daerah terebut akan semakin rentan.

Tabel 4.4 Kepadatan Penduduk di wilayah Penelitian

No	Desa	Luas(Km Square)	Jumlah Penduduk	Kepadatan Penduduk
A	Paseban	7,99	7231	905
B	Mayangan	14,66	10304	703
C	Mojosari	8,72	9703	1113
D	Puger Wetan	4,31	5984	1388
E	Mojomulyo	7,44	8198	1102
F	Lojejer	1,44	19889	13812
G	Sumberrejo	18,71	24391	1304
H	Curahnongko	283,39	6347	22
I	Andongrejo	267,79	5330	20

(Sumber: BPS Jember,2013)

Tabel 4.5 Rasio Kelamin wilayah Pesisir Jember

No	Desa	Kecamatan	Rasio Penduduk
1	Paseban	Kencong	100
2	Mayangan	Gumukmas	97
3	Mojosari	Puger	100
4	Puger Wetan	Puger	103
5	Mojomulyo	Puger	99

6	Lojejer	Wuluhan	103
7	Sumberrejo	Ambulu	102
8	Curahnongko	Tempurejo	99
9	Andongrejo	Andongrejo	99

4.4 Pembangkitan Tsunami

Berdasarkan Tugas akhir Wahyu(2017) dengan judul Simulasi Penjalaran Gelombang Tsunami Akibat Gempa Tektonik Di Pantai Jember didapat data gempa yang akan digunakan dalam simulasi sebagai pembangkit tsunami.

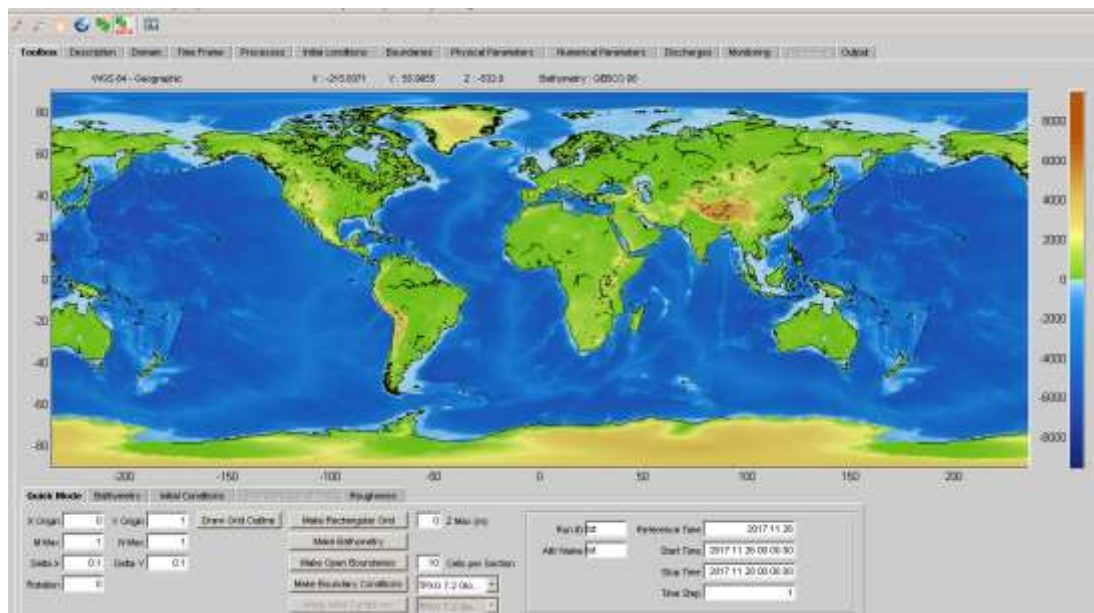
Magnitude	: 8,98 M_w
Koordinat	: 10,82° LS dan 113,576° BT
Kedalaman	: 15 km
Panjang Patahan (SRL)	: 1249,622 km
Lebar Patahan (RW)	: 46,257 km
Luas Patahan (RA)	: 46123,261 km ²
Dislokasi	: 14,46 m
<i>Strike</i> (θ)	: 278°
<i>Dip</i> (δ)	17°
<i>Slip</i> (λ)	89°

Dengan parameter yang ada dapat selanjutnya akan di dapat *intial condition* yang mana akan di gunakan untuk memperoleh ketinggian gelombang di daerah obeservasi yaitu pada garis pantai .

4.5 Permodelan Menggunakan Delft DashBoard

Delft Dashboard merupakan software Hidrodinamika yang memiliki fungsi seperti Delft 3d. Kelebihan dari Delft Dashboard ialah memeilik data yang batimetri dan beberapa stsiun pasang surut. Selain Itu Delft Dashboar memiliki banyak modul untuk analisa berbagai macam permasalahan *coastal engineering*. Salah satu manfaatnya yang dapat digunakan adalah simulasi pembangkitan tsunami. Dalam modul pembangkitan

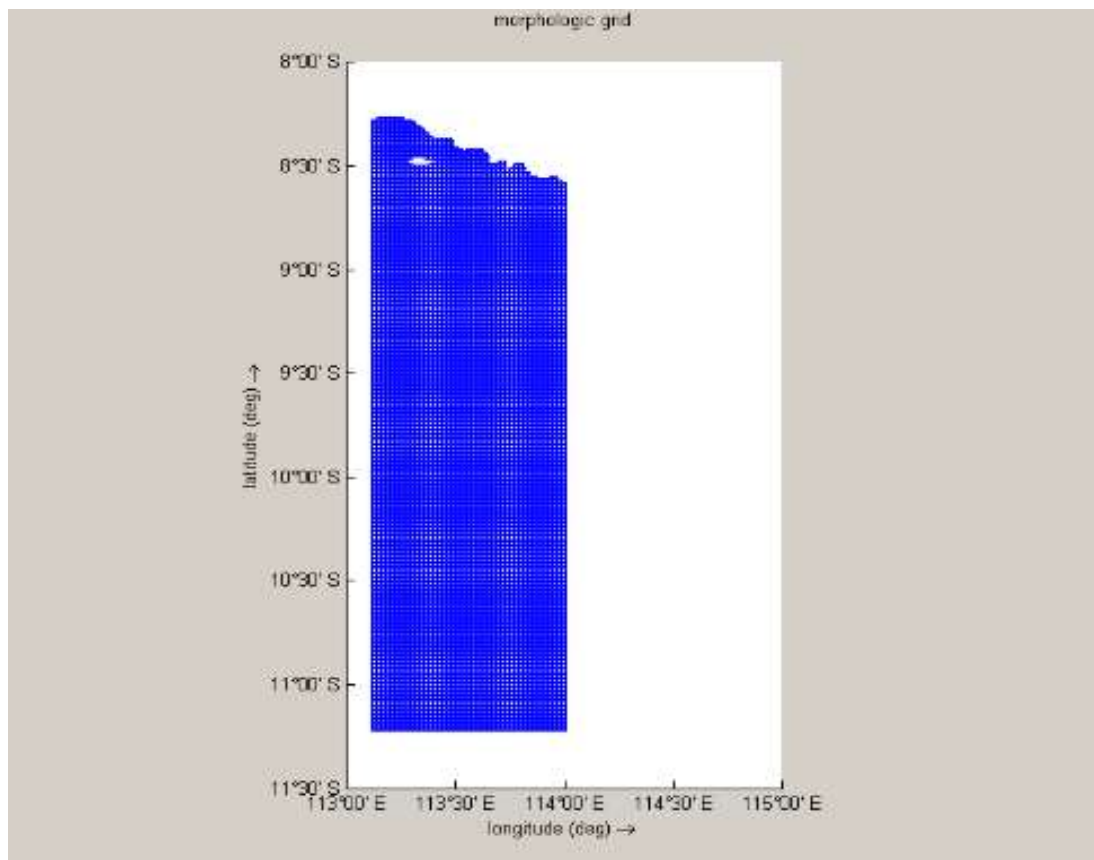
tsunami terdapat parameter seperti magnitude, slip, dip, dan kedalaman. Input yang dimasukan dalam Delft Dashboard yaitu parameter patahan. Untuk menggunakan versi Delft Dashboard yang digunakan dalam simulasi, cara menggunakannya ialah dengan menggunakan *commandline* yang terdapat pada matlab yang sudah di koneksikan dengan Open Earth lalu mengetikkan ddb. Agar dapat melakukan simulasi computer harus dikoneksikan dengan internet. Berikut tampilan Delft Dashboard;



Gambar 4.2 Tampilan Awal Delft DashBoard

4.5.1 Pembuatan Grid

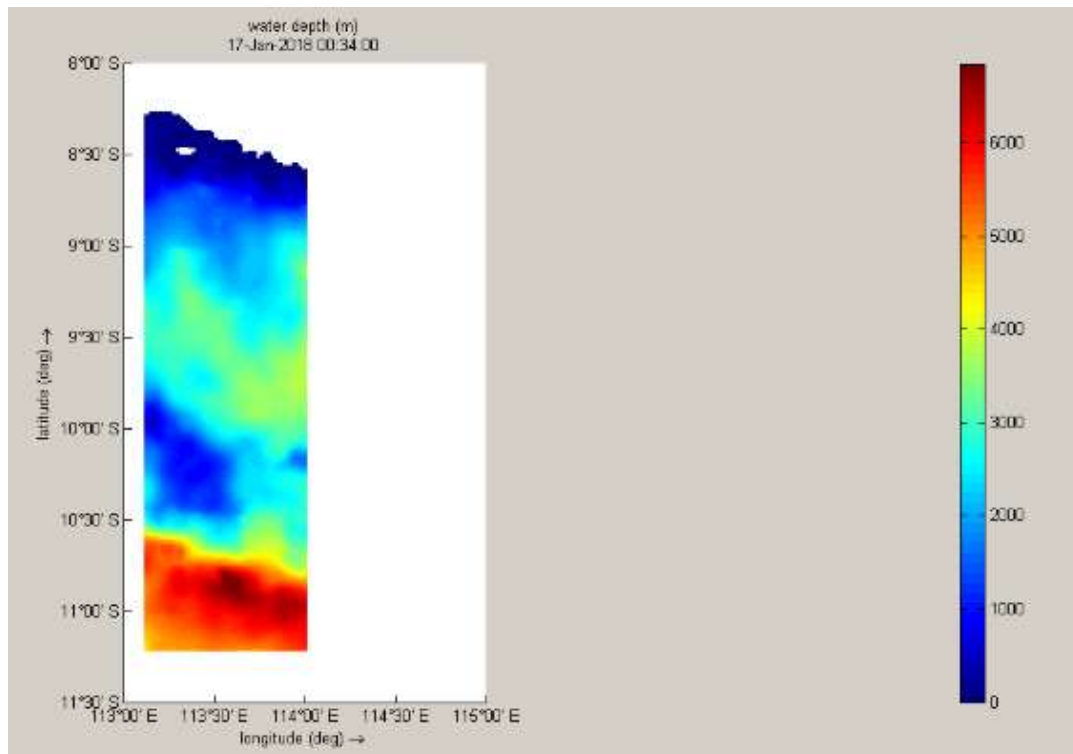
Pembuatan Grid dapat dilakukan dengan membuat File Directory sebagai tempat penyimpanan file meshing lalu mengatur koordinat system yang akan di gunakan. Kordinat system yang digunakn adalah WGS 84. Selanjutnya membuat daerah yang akan di tinjau dengan menggunakan *Draw Grid Outline*. Setelah itu mengatur kerapatan Grid yang akan ditinjau dengan mengubah nilai Delta X dan Delta Y. untuk menmpikan Grid, digunakan software Delf 3D dan masuk ke menu Quickplot. Lalu membuka file dengan ekstensi (.mdf). Berikut tampilan Grid untuk wilayah Penelitian.



Gambar 4.3 Grid dari sumber pembangkitan hingga garis pantai

4.5.2 Input Batimetri

Setelah pembuatan Grid yang akan menjadi lokasi simulasi, maka dilanjutkan dengan memasukkan data batimetri yang sudah tersedia dalam Delft Dashboard. Berikut tampilan Batimetri jika ditampilkan menggunakan Software Delf 3D:



Gambar 4.4 Batimetri dari sumber pembangkit hingga garis pantai

4.5.3 Penentuan Initial Condition

Penentuan waktu tempuh pada *DelftDashboard* dengan menggunakan persamaan periode tsunami. Menurut Joseph L. Hammack hubungan antara periode, lebar patahan dengan kecepatan gelombang di episentrum adalah sebagai berikut :

$$T = W/c$$

keterangan :

T: periode gelombang (sekon)

W: lebar patahan (m)

c: cepat rambat gelombang (m/s)

Setelah didapatkan nilai periode gelombang, buat simulasi menggunakan excel untuk mencari panjang gelombang. Untuk mencari panjang gelombang dapat digunakan persamaan :

$$L = c.T$$

keterangan :

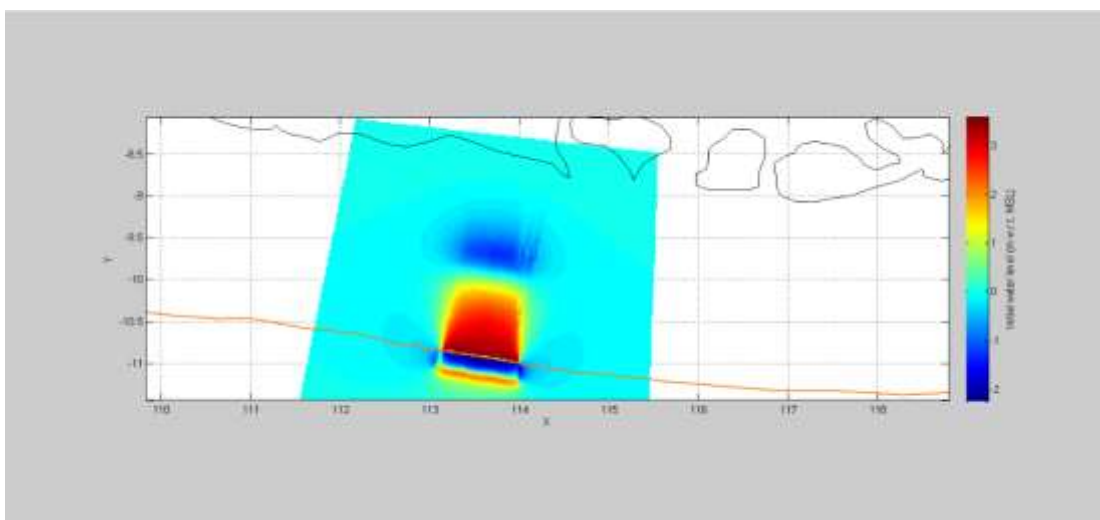
L: panjang gelombang (m)

c: cepat rambat gelombang (m/s)

T: periode gelombang (sekon)

Ulangi pencarian nilai panjang gelombang tepat diatas episentrum hingga menuju kedalaman pantai dibawah 10 meter. Jika sudah didapatkan hingga kedalaman dibawah 10 meter, jumlahkan periode gelombang dari awal hingga mendekati pantai diperoleh nilai 34 menit.

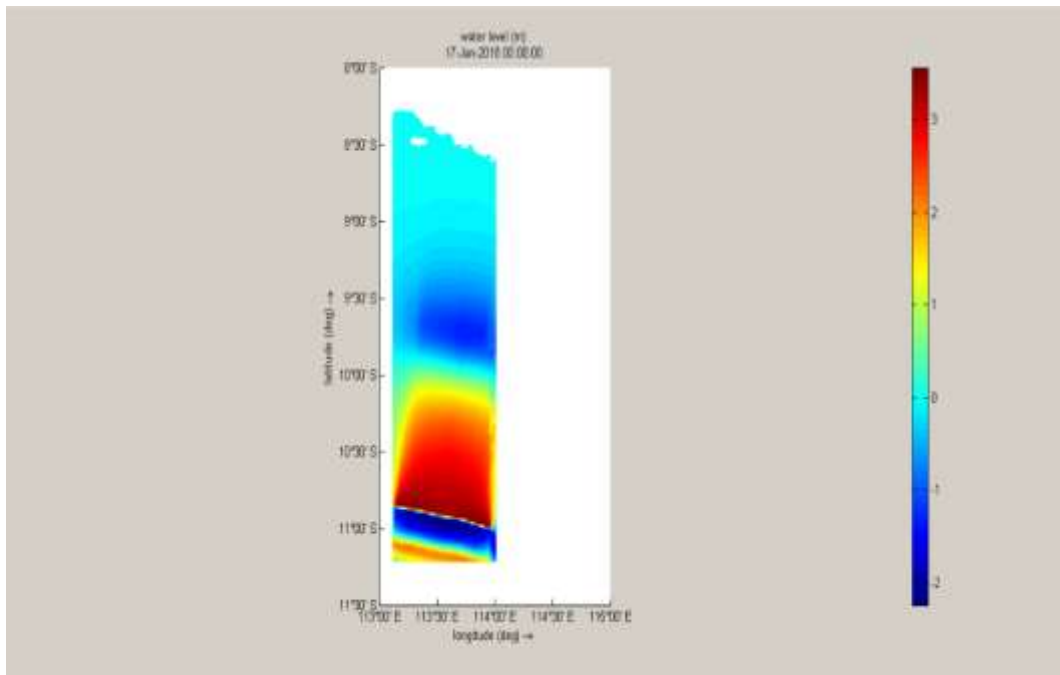
Selanjutnya adalah perhitungan software besarnya gelombang *initial conditions* akibat besarnya gempa. Dengan data tersebut digunakan untuk *running* pada *Delft3D* untuk mencari proses penjalarannya seperti apa. Dan juga sebagai acuan awal seperti bentuk permukaan air akibat patahan. Berikut tampilan *initial condition* hasil *DelftDashboard* :



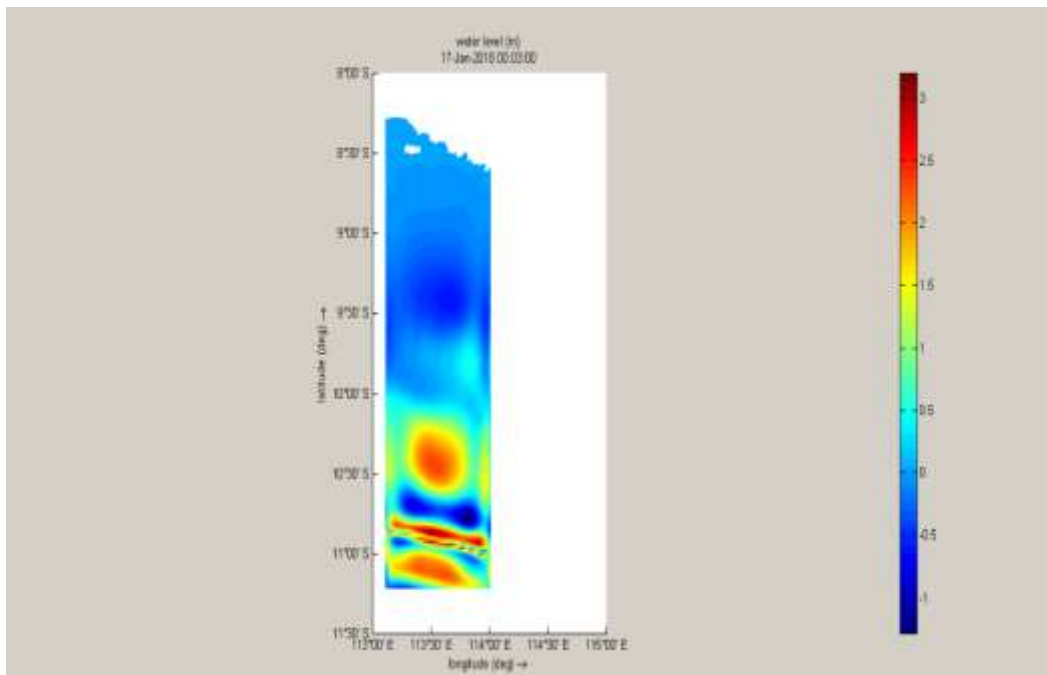
Gambar4.5 *Initial Condition*

4.4 Proses Data

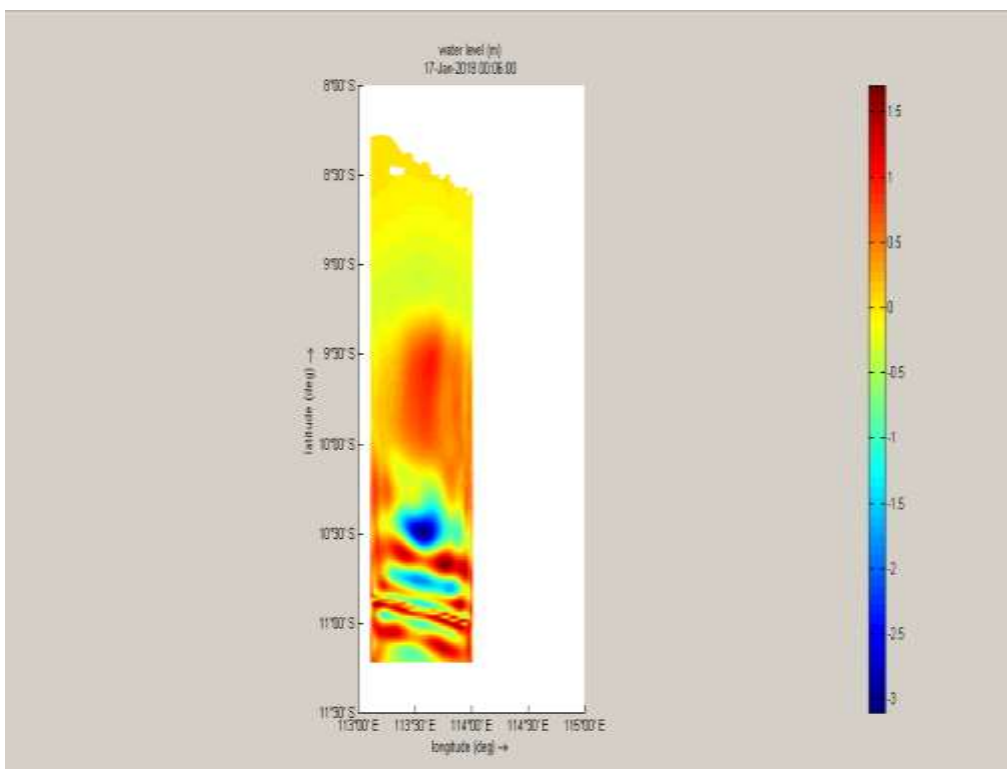
Untuk memproses hasil *intial condition* dan beberapa data masukan lain, dibutuhkan software Delft 3D Flow lalu pilih file yang merektensi .mdf pada direktori yang sudah ditentukan .Hasil *running* dapat dilihat dan divisualisasikan dengan menggunakan menu QUICKPLOT, sebelumnya seperti biasanya tentukan direktorinya terlebih dahulu. Berikut hasil dari visualisasi menggunakan QUICKPLOT *Delft3D* :



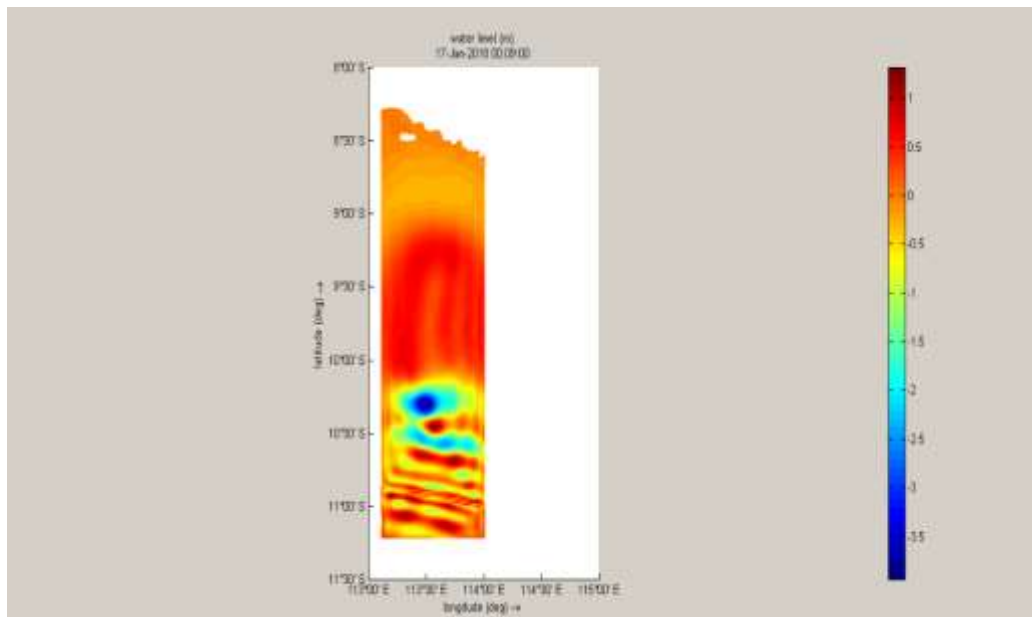
Gambar 4.6 Tampilan output water level pada 00:00:00



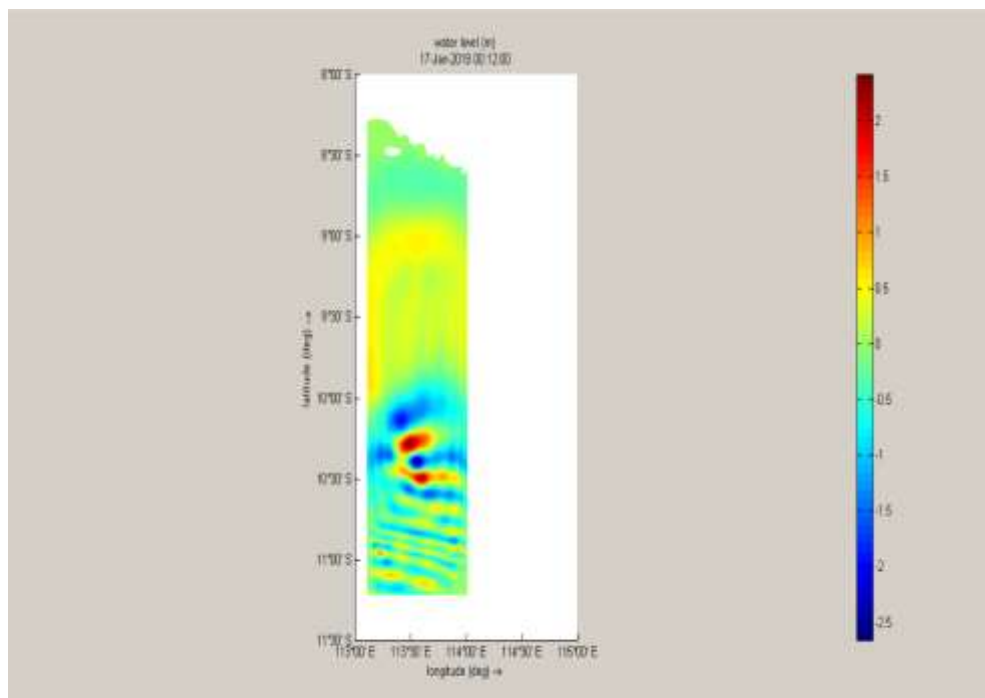
Gambar 4.7 Tampilan output water level pada 00:03:00



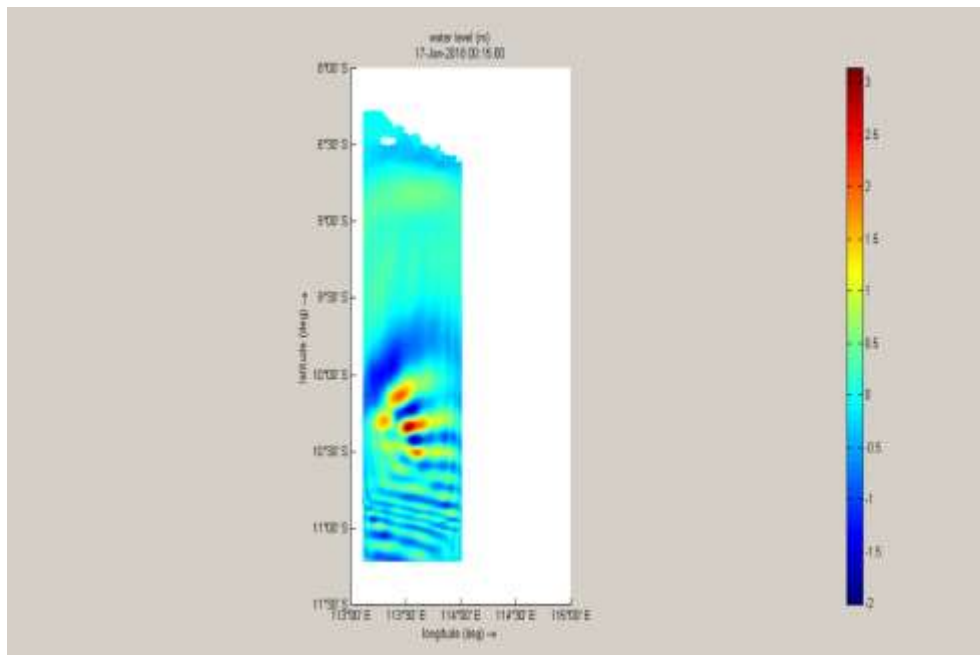
Gambar 4.8 Tampilan output water level pada 00:06:00



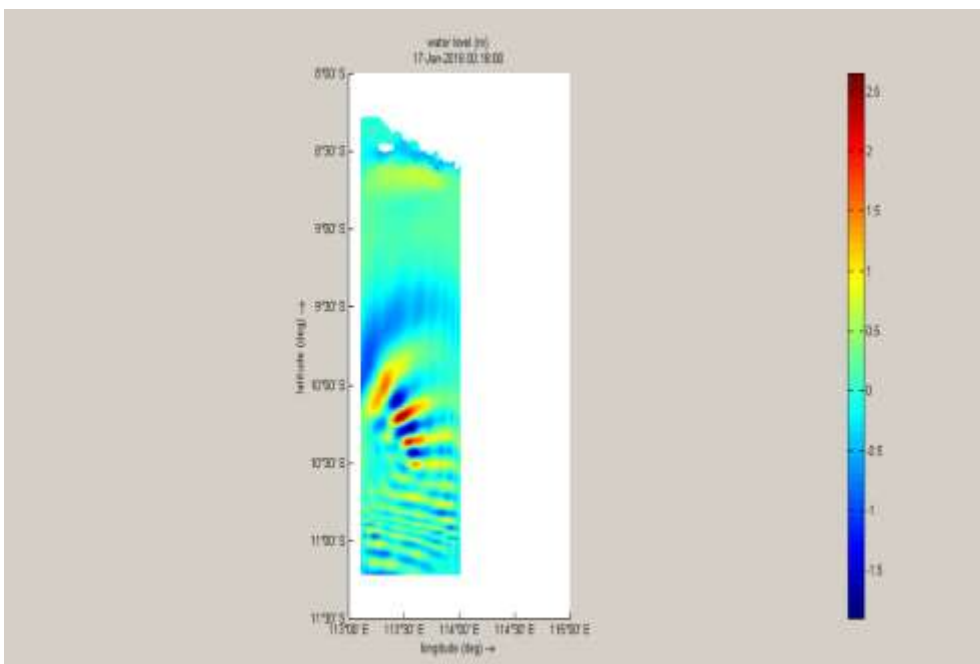
Gambar 4.9 Tampilan output water level pada 00:09:00



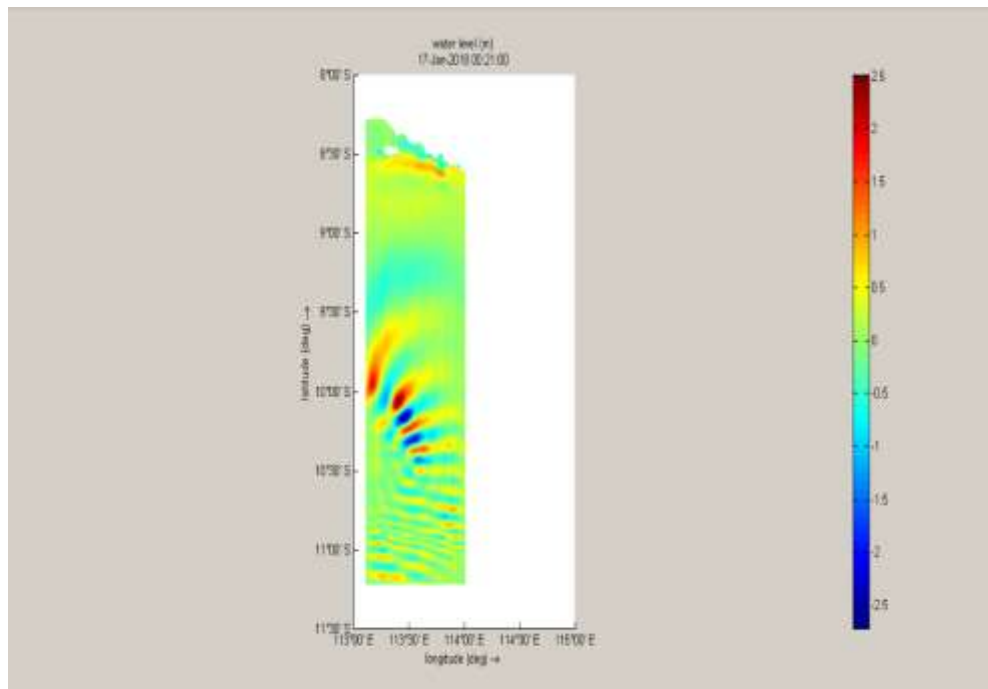
Gambar 4.10 Tampilan output water level pada 00:12:00



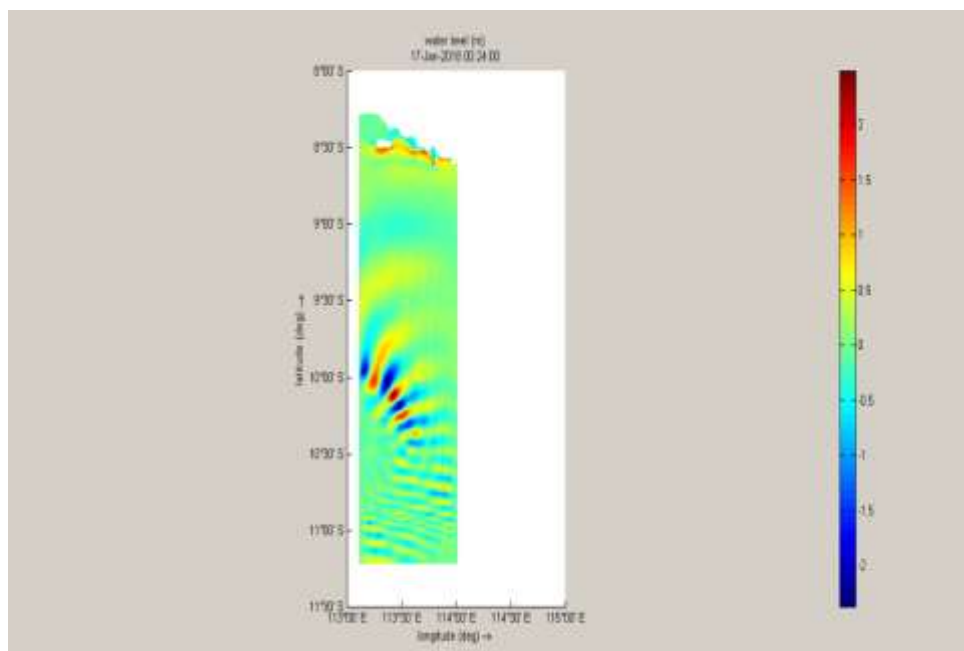
Gambar 4.11 Tampilan output water level pada 00:15:00



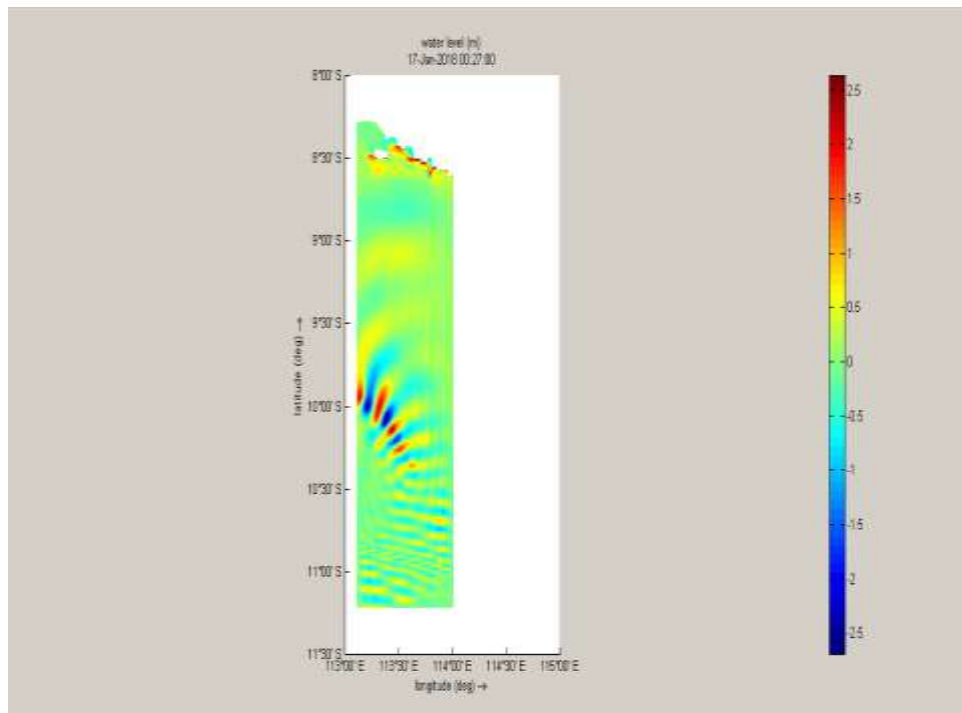
Gambar 4.12 Tampilan output water level pada 00:18:00



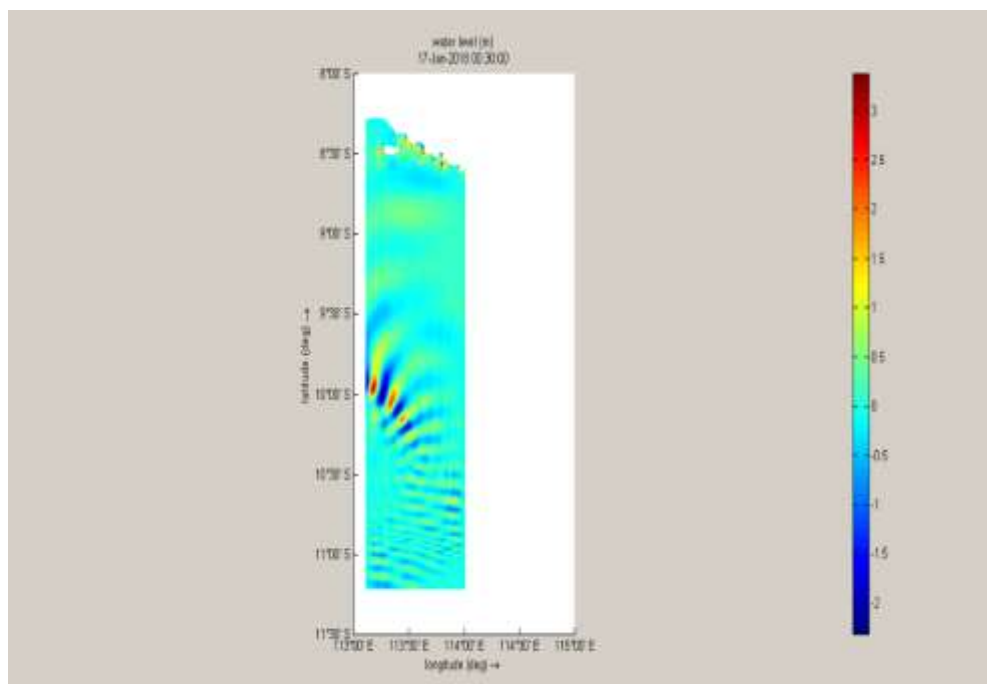
Gambar 4. 13 Tampilan output water level pada 00:21:00



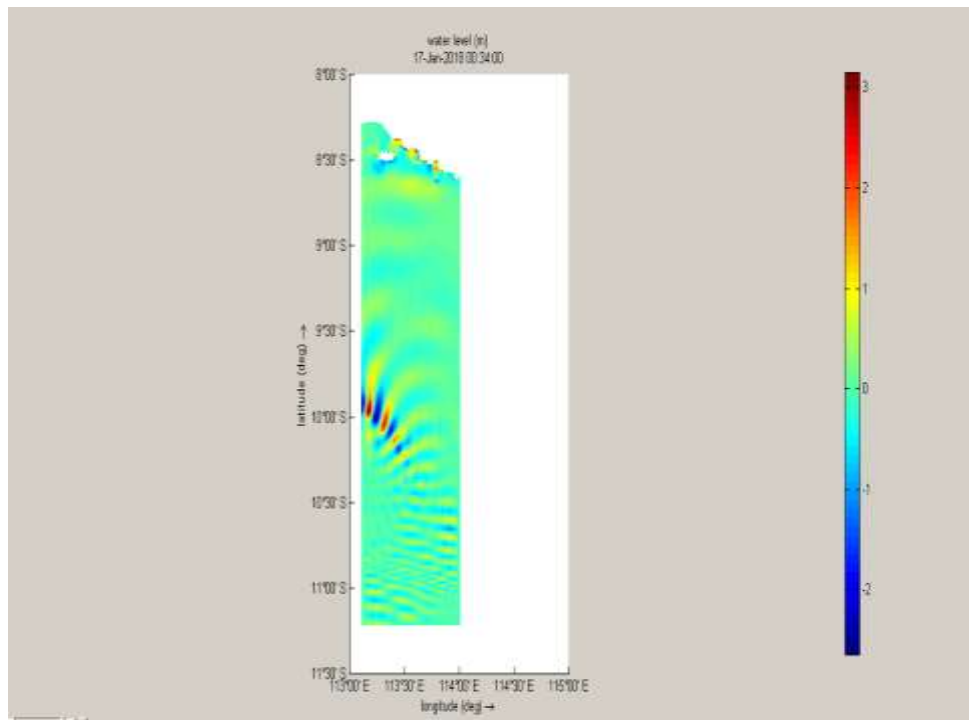
Gambar 4.14 Tampilan output water level pada 00:24:00



Gambar 4.15 Tampilan output water level pada 00:27:00



Gambar 4.16 Tampilan output water level pada 00:30:00



Gambar 4.17 Tampilan output water level pada 00:34:00

4.2 Tinggi Gelombang di Garis pantai

Adanya pertemuan patahan yang menyebabkan timbulnya potensi terjadi gempa tektonik yang menyebabkan bencana tsunami. Sebelumnya telah dilakukan probabilitas kekuatan gempa yang tegak lurus dengan Kabupaten Jember. Permodelan Gelombang Tsunami di daerah penelitian merujuk pada Penelitian Wahyu (2017) mengenai simulasi penjalaran gelombang tsunami akibat gempa tektonik di Pantai Jember.

Didapatkan kekuatan gempa sebesar 8,98 Sr. Setelah diketahui kekuatan gempa pada sumber pembangkit tsunami maka akan di dapat didapatkan initial condition dengan ketinggian gelombang tsunami maksimal 3 meter dengan menggunakan Software Delft Dashboard.

Setelah semua data permodelan telah siap maka selanjutnya dilakukan permodelan penajalaran gelombang dengan menggunakan Delft Dashboard Tsunami dengan menggunakan Hydrodynamic model. Dengan menentukan koordinat pada masing masing daerah yang ditinjau maka didapat dari permodelan ini ketinggian gelombang tsunami di garis pantai . dari mulai awal pembangkitan tsunami hingga mencapai garis

pantai membutuhkan waktu 34 menit. Dalam tugas akhir ini tinggi gelombang yang ditinjau di sembilan desa pesisir kabupaten jember yang ditunjukkan sebagai berikut:

Tabel 4.6 Tabel set up gelombang tsunami

No	Desa	Kecamatan	Wave set up(Ho)
A	Paseban	Kencong	0,2
B	Mayangan	Gumukmas	0,58
C	Mojosari	Puger	1,01
D	Puger Wetan	Puger	1,2
E	Mojomulyo	Puger	1,1
F	Lojejer	Wuluhan	1,85
G	Sumberrejo	Ambulu	0,8
H	Curahnongko	Tempurejo	1,17
I	Andongrejo	Andongrejo	1,34

(Sumber: Hasil Olahan Delft DashBoard)

4.3 Hasil Run up

Setelah diketahui nilai dari tinggi gelombang di sepanjang pantai, maka perhitungan run up dapat dilakukan. Perhitungan run up merujuk pada rumus 2.3. Berikut Hasil dari olahan run up pada table 4.7

Tabel 4.7 Tabel run up tsunami

No	Desa	Kecamatan	Run Up
A	Paseban	Kencong	0.89823884
B	Mayangan	Gumukmas	1.285492766
C	Mojosari	Puger	3.209659801
D	Puger Wetan	Puger	3.510042397
E	Mojomulyo	Puger	1.836853756
F	Lojejer	Wuluhan	1.284763879
G	Sumberrejo	Ambulu	1.372944035
H	Curahnongko	Tempurejo	4.454698078

I	Andongrejo	Andongrejo	4.441136129
---	------------	------------	-------------

4.4 Analisa tingkat kerentanan Pesisir

Perhitungan tingkat kerentanan pesisir terhadap bencana tsunami terdapat variabel variabel yang mempengaruhi. Variable tersebut telah ditentukan dan hanya kerentanan fisik dan social yang diperhitungkan. Kemudian untuk mengetahui tingkat kerentanan pesisir dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode CVI(coastal vulnerability index)

Dalam perhitungan tingkat kerentanan pesisir terhadap ancaman tsunami terdapat 4 variabel yaitu, kepadatan penduduk, , topografi, kemiringan, tinggi *run up* tsunami. 4 variabel ini yang menjadi penentu dilakukan skoring untuk perhitungan dengan menggunakan metode CVI.

4.3.1 Penilaian variable penentu tingkat kerentanan pesisir

Tingkat kerentanan desa pesisir di kabupaten Jember dihitung dengan melakukan penelitian atau dapat disebut dengan skoring. Skoring adalah penentuan skor pada masing masing kelas untuk setiap parameter penentu tingkat kerentanan bencana tsunami. Pembagian kelas interval tiap parameter disesuaikan dengan jumlah data dan sumber penelitian yang sebelumnya.

a.Kepadatan penduduk

Variable kepadatan penduduk adalah suatu variable yang berpengaruh terhadap perhitungan tingkat kerentanan terhadap bahaya tsunami. Apabila ancaman tsunami terjadidampak tersebut akan terkena langsung kepada penduduk di wilayah pesisir.

Semakin tinggi tingkat kepadatan penduduk semakin tinggi tingkat kerentanan . hal tersebut berkaitan langsung dengan banyak jiwa yang terkena akan bahaya ,

yang nantinya akan menyebabkan besarnya kerugian yang terjadi. Penilaian variabel kepadatan penduduk ditunjukkan pada tabel 4.1.3

Tabel 4.8 Pembagian Kelas Kepadatan Penduduk

Faktor	Besaran Deskripsi	Klasifikasi	Skor	Keterangan
Kepadatan Penduduk	9 – 213 jiwa/km ²	Tidak rentan	1	Dihitung berdasarkan jumlah penduduk terhadap luas wilayah
	214 – 418 jiwa/km ²	Sedikit rentan	2	
	419 – 623 jiwa/km ²	Cukup rentan	3	
	624 – 828 jiwa/km ²	Rentan	4	
	829 – 1033 jiwa/km ²	Sangat rentan	5	

b. Kelompok Penduduk rentan

Variabel kelompok penduduk rentan dilihat dari rasio jenis kelamin. Rasio jenis kelamin dengan melihat perbandingan jumlah penduduk wanita dan penduduk laki-laki. Semakin banyak jumlah penduduk wanita, maka tingkat kerentanan suatu daerah semakin tinggi terhadap ancaman bahaya tsunami. Hal tersebut dikarenakan berpengaruh terhadap proses evakuasi saat terjadi bencana. Penilaian variabel rentan ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.9 Pembagian kelas rasio jenis kelamin

Faktor	Besaran Deskripsi	Klasifikasi	Skor	Keterangan
Rasio jenis kelamin	< 20%	Tidak rentan	1	Presentase penduduk wanita terhadap penduduk laki-laki
	20 – 49%	Sedikit rentan	2	
	50 – 79%	Cukup rentan	3	

	80 – 100%	Rentan	4	
	>100%	Sangat rentan	5	

C. Topografi

Variabel topografi berkaitan langsung dengan tinggi rendahnya kondisi geografis suatu wilayah. Ketinggian tempat dikatakan berpengaruh karena daerah yang akan terkena dampak genangan tsunami pada daerah tersebut yang bertopografi rendah, maka topografi rendah akan tergolong sangat rentan. Penilaian topografi ditunjukkan pada tabel 4.1;

Tabel 4.10 Pembagian kelas Ketinggian topografi

Faktor	Besaran Deskripsi	Klasifikasi	Skor	Keterangan
Ketinggian topografi daratan	321 – 400 m	Tidak rentan	1	Dinilai berdasarkan ketinggian topografi di daratan, semakin rendah semakin rentan
	241 – 320 m	Sedikit rentan	2	
	161 – 240 m	Cukup rentan	3	
	80 – 160 m	Rentan	4	
	0 – 80 m	Sangat rentan	5	

D. Kemiringan

Variabel kemiringan lahan sama berpengaruhnya dengan topografi suatu wilayah. Kelerengan yang akan semakin rentan terhadap genangan tsunami. Penilaian kemiringan wilayah ditunjukkan pada tabel 4.16

Tabel 4.11 Pembagian kelas kemiringan

Faktor	Besaran Deskripsi	Klasifikasi	Skor	Keterangan
Slope (kemiringan lahan)	>40%	Tidak rentan	1	Semakin curam lahan maka semakin rentan
	25 – 40%	Sedikit rentan	2	
	15 – 25%	Cukup rentan	3	
	2 – 15%	Rentan	4	
	0 – 20%	Sangat rentan	5	

E. Run-up Tsunami

Variabel Run-up tsunami adalah rayapan muka air laut kea rah daratan hingga elevasinya diatas permukaan air laut rata-rata atau Mean Sea Level (MSL). Semakin tinggi run-uo tsunami maka semakin rentan daerah wilayah tersebut terhadap ancaman tsunami. Nilai run-up tsunami di dapatkan dari pemodelan genangan sebelumnya yang telah dilakukan. Penilaian variable run-up tsunami ditunjukkan pada **Tabel 4.1**

Tabel 4.12 Pembagian Kelas Run-up Tsunami

Faktor	Besaran Deskripsi	Klasifikasi	Skor	Keterangan
Run-up tsunami	<0.75 m	Tidak rentan	1	Semakin tinggi run-up maka akan semakin rentan
	0.75 – 2 m	Sedikit rentan	2	
	2 – 6 m	Cukup rentan	3	
	6 – 16 m	Rentan	4	
	>16 m	Sangat rentan	5	

4.3.2 Tingkat Kerentanan Pesisir

Tingkat kerentanan pesisir atau dapat disebut dengan index kerentanan pesisir(IKP). Setelah penilaian terhadap tiap tiap variable terkait , maka selanjutnya adalah menghitung nilai skoring IKP pada 7 desa pesisir kabupaten jember menggunakan persamaan 2.3. hasil skoring IKP ditunjukkan pada table 4.18

Tabel 4.13 Indeks Kerentanan Pesisir(IKP)

No	Desa	Skoring					KERENTANAN
		Kepadatan penduduk	Ketinggian	Ratio Penduduk	Run Up	Kelerengan	
A	Paseban	4	4	4	2	4	RENTAN
B	Mayangan	4	4	4	3	4	RENTAN
C	Mojosari	4	4	4	2	4	RENTAN
D	Puger Wetan	5	4	5	3	5	SANGAT RENTAN
E	Mojomulyo	4	4	4	2	4	RENTAN
F	Lojejer	5	5	5	2	5	SANGAT RENTAN
G	Sumberrejo	4	4	5	2	4	SANGAT RENTAN
H	Curahnongko	3	3	4	3	1	TIDAK RENTAN
I	Andongrejo	3	3	4	3	2	SEDIKIT RENTAN

Keterangan:

- KP: Kepadatan Penduduk
- RU: Run Up
- TP: Topografi
- KN:Kelerengan
- RK:Ratio Kelamin
- Skor 1: Tidak Rentan
- Skor 2: Sedikit Rentan
- Skor 3: Cukup Rentan
- Skor 4: Rentan
- Skor 5: Sangat Rentan

Setelah dilakukan skoring pada tiap variable yang terkait, didapatkan nilai trendah dan tertinggi tiap variable di tiap tiap desa. Pada variable kepadatan penduduk (IKP) yang memiliki memiliki tingkat kerentanan rendah dengan nilai 1 ada pada desa Andongrejo dan Curahnongko serta tingkat kerentanan tertinggi terdapat pada desa Lojejer . Sedangkan

untuk desa Puger Wetan Dan Desa Sumberrejo, Paseban, Mayangan, Mojosari, mojomulyo cukup rentan. Paseban memiliki kepadatan penduduk 905 jiwa/km², Mayangan memiliki kepadatan penduduk 702 jiwa/km², Mojomulyo memiliki kepadatan penduduk 1101 jiwa/km².

Pada variable topografi (TP) tingkat kerentanan rendah dengan skor 1 hanya pada desa Andongrejo dan Curahnongko. Hal tersebut dikarenakan daerah sebagian besar masih masuk dataran tinggi walaupun pada wilayah pesisir. Pada variable kelerengn (KN) yang memiliki nilai kerentanan tinggi terletak pada desa Paseban dan Mayangan, Puger wetan serta Mojomulyo sebesar 3,5% – 4,2% yang merupakan daerah datar.

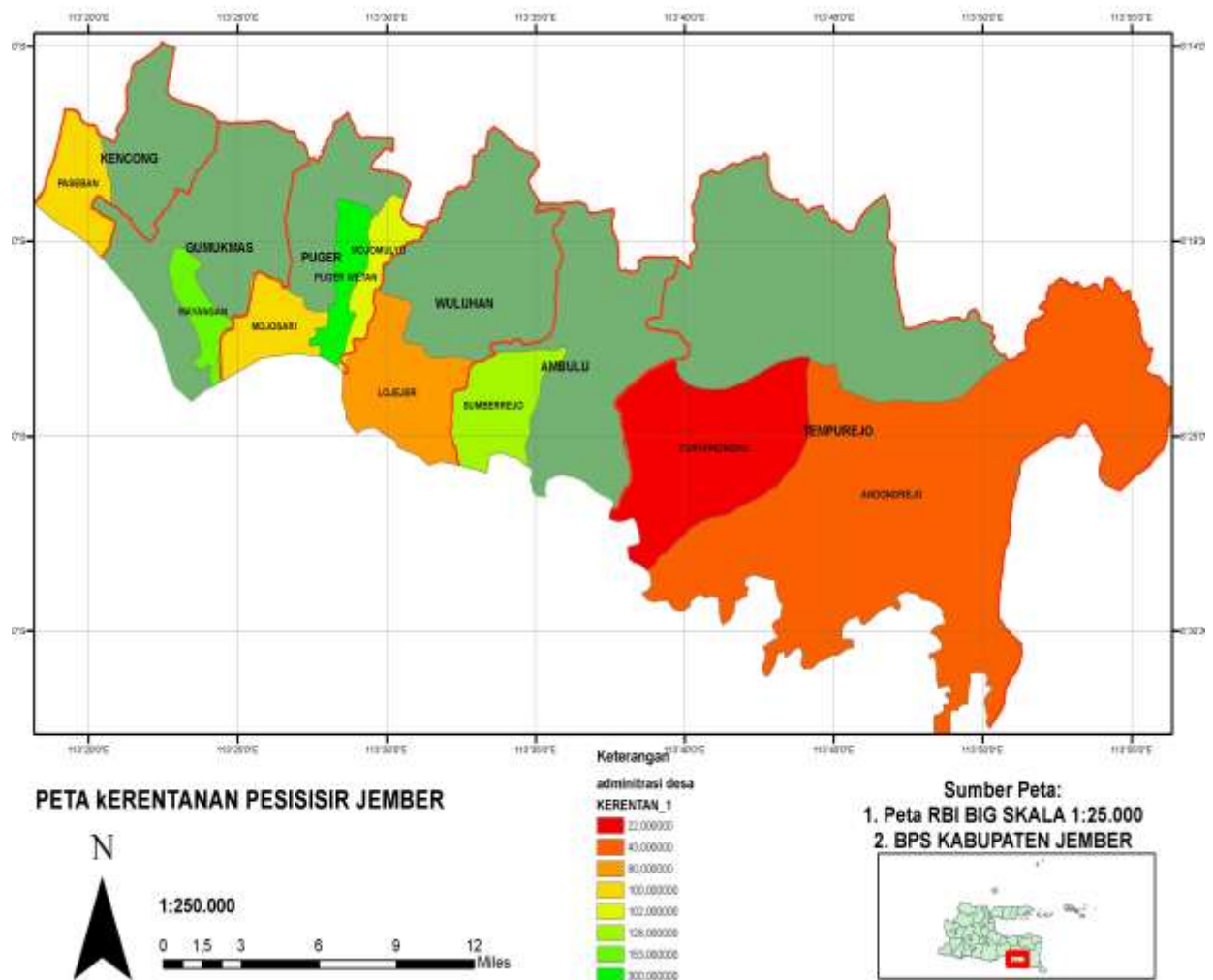
Pada variable Run-up tsunami (RU) nilai kerentanan hampir serupa di setiap desa Desa Mayangan, Curahnongko, Desa Andongrejo Memiliki nilai Run Up yang sama. Dan untuk desa lainnya memiliki nilai kerentanan Run Up yang sama. Hal tersebut dipengaruhi oleh morfologi lahan dan tinggi gelombang tsunami pada garis pantai serta kemiringan pantai di masing daerah pesisir. Berdasarkan penjelasan penilaian tiap variable yang berkaitan tersebut maka didapatkan nilai IKP. Tingkat kerentanan pesisir Jember terhadap tsunami terbagi dalam 5 kelas yaitu tidak rentan, sedikit rentan, cukup rentan, rentan, dan sangat rentan. Interval tingkat kerentanan pesisir ditunjukkan pada **Tabel 4.19**

Tabel Tingkat Kerentanan Berdasarkan IKP

IKP	<25	25 – 50	50 – 75	75 – 100	>100
Kerentanan	Tidak rentan	Sedikit rentan	Cukup rentan	Rentan	Sangat rentan

Dari 9 desa yang ditinjau nilai IKP terdapat tiga desa yang rentan oleh tsunami. Ketiga desa itu adalah Puger wetan,Lojejer, Sumberrejo. Maka desa Puger wetan,Lojejer, Sumberrejo. Termasuk dalam kelas sangat rentan terhadap ancaman tsunami. Nilai IKP yang paling rendah terdapat pada desa Curahnongko.

Berikut Visualisasi Peta Kerentanan Pesisir Jember terhadap ancaman Tsunami.



Gambar 4.18 Peta Kerentanan Wilayah Pesisir Jember

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari Hasil permodelan prediksi daerah gengan dan tingkat kerentanan pesisir yang telah diperhitungkan maka:

1. Dari simulasi dan perhitungan di dapat nilai run up untuk tiap desa di pesisir Jember adalah:

No	Desa	Kecamatan	Run Up
A	Paseban	Kencong	0.89823884
B	Mayangan	Gumukmas	1.285492766
C	Mojosari	Puger	3.209659801
D	Puger Wetan	Puger	3.510042397
E	Mojomulyo	Puger	1.836853756
F	Lojejer	Wuluhan	1.284763879
G	Sumberrejo	Ambulu	1.372944035
H	Curahnongko	Tempurejo	2.454698078
I	Andongrejo	Andongrejo	4.441136129

Dari sembilan desa yang diinjau yang paling tinggi kerentanannya adalah dimiliki oleh tiga desa yaitu Puger wetan, Lojejer, Sumberrejo. Maka akan sangat rentan terhadap ancaman tsunami. Nilai Kerentanan yang paling rendah terhadap tsunami adalah desa Curahnongko.

2. Pada tingkat kerentanan dan prediksi daerah gengan mendapat hasil daerah yang berbeda. Ketika suatu daerah mendapat ancaman tsunami, belum tentu daerah tersebut dikategorikan rentan. Kerentanan dilihat dari banyak keadaan sosial yang tidak hanya dari dilihat dari sisi ancaman bahayanya saja. Maka desa Paseban, Mayangan, Ambulu sangat rentan jika terjadi tsunami.

5.2 Saran

1. Menambahkan variabel lain untuk mengukur tingkat kerentanan.
2. Menambahkan Pasang surut dalam pembangkitan gelombang Tsunami.
3. Menganalisa tiap kontur di wilayah pesisir desa yang rawan

DAFTAR PUSTAKA

Aiming, Rao, Ryoya. 2012. Tsunami run-up associated with co-seismic thrust slip produced by the 2011 Mw 9.0 Off Pacific Coast of Tohoku earthquake, Japan. JAPAN: Shizuoka University

An, Chao and Yongen Cai. 2010. *The Effect of Beach Slope on The Tsunami Run- Up Incuced by Thrust Fault Earthquakes*. International Conference on Computational Science, ICCS.

Departemen ESDM. *Pengenalan Tsunami* pada website resmi departemen ESDM pada tanggal 17 Maret 2017 pukul 10.00 WIB.

Donald L. Wells and Kevin J. Coppersmith. 1994. *New Empirical Relationships among*

Eko, Kusuma, Oki. 2015. The Tsunami Run-up Assesment of 1977 Sumba Earthquake in Kuta, Center of Lombok, Indonesia. LOMBOK: UNRAM

Esti, Lailla, Suswarsito. 2014. *Tingkat Kerawanan Tsunami Kawasan Pantai Selatan Kabupaten Cilacap*. Purwokerto: Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Islam Faiz dkk, 2014. *Penentuan Resiko dan Kerentanan Tsunami di Kebumen dengan Citra Alos*. Semarang: Universitas Diponegoro.

Gunaman, Musa, Sofyan. 2012. *Studi Bahaya Potensi Tsunami di Pantai Selatan Jawa*. Bandung: ITB

Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area, and Surface Displacement. Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 84, No. 4, pp. 974-1002

Hammack, Joseph L. 1980. *Baroclinic Tsunami Generation*. Berkeley : University of California.

Imamura, F. and M. Kikuchi. 1994. *Moment Release of the 1992 Flores Island Earthquake Inferred from Tsunami and Teleseismic Data*. Science of Tsunami Hazards. Vol. 12, No. 2, pp. 67-76.

Jian, Wei, Shawn Y. Sim, Zhenhua Huang, Edmond Yat-Man Lo. 2015. *Modelling of Solitary Wave Run-Up an Onshore Coastall Cliff by Smoothed Particle Hydrodynamics Method*. 8th International Conference on Asian and Pasific Coast (APAC).

Kawasaki, Koji and Kazuki Suzuki. 2015. *Numerical Simulation of Tsunami Run- Up and Innundation Employing Horizontal Two-Dimensional Model Based on CIP Method*. 8th International Conference on Asian and Pacific Coast (APAC).

Latief dan Hamzah, 2000. *Research on Tsunami Risk and Its Reduction in Indonesia*. Bandung : ITB.

Purwa Kistian, Kriyo, Wahyudi, 2014. *Simulasi Pembangkitan Penjalaran Tsunami Berdasarkan Skenario Gempa Tektonik*. Surabaya: ITS

LAMPIRAN 1

WATER LEVEL PEMBANGKITAN TSUNAMI

Water level Curahnongko

Date And Time	Water level (m)
1/17/2018 0:00	-0.00614053
1/17/2018 0:01	-0.0062388
1/17/2018 0:02	-0.00652278
1/17/2018 0:03	-0.00695611
1/17/2018 0:04	-0.00748825
1/17/2018 0:05	-0.0080966
1/17/2018 0:06	-0.00881438
1/17/2018 0:07	-0.0097009
1/17/2018 0:08	-0.0107943
1/17/2018 0:09	-0.012128
1/17/2018 0:10	-0.0138215
1/17/2018 0:11	-0.0161738
1/17/2018 0:12	-0.0196958
1/17/2018 0:13	-0.0250896
1/17/2018 0:14	-0.0332223
1/17/2018 0:15	-0.0451333
1/17/2018 0:16	-0.062073
1/17/2018 0:17	-0.085505
1/17/2018 0:18	-0.11697
1/17/2018 0:19	-0.157844
1/17/2018 0:20	-0.209241
1/17/2018 0:21	-0.272251
1/17/2018 0:22	-0.348128
1/17/2018 0:23	-0.437417
1/17/2018 0:24	-0.537274
1/17/2018 0:25	-0.637299
1/17/2018 0:26	-0.714962
1/17/2018 0:27	-0.731667
1/17/2018 0:28	-0.632713
1/17/2018 0:29	-0.3648
1/17/2018 0:30	0.066392
1/17/2018 0:31	0.538921
1/17/2018 0:32	0.897009
1/17/2018 0:33	1.13541
1/17/2018 0:34	1.36773

Water Level Paseban

date and time	water level (m)
1/17/2018 0:00	-0.00023175
1/17/2018 0:01	-0.000256577
1/17/2018 0:02	-0.000334622
1/17/2018 0:03	-0.000475549
1/17/2018 0:04	-0.000692806
1/17/2018 0:05	-0.00100154
1/17/2018 0:06	-0.00141732
1/17/2018 0:07	-0.00195429
1/17/2018 0:08	-0.00262001
1/17/2018 0:09	-0.00340537
1/17/2018 0:10	-0.00427217
1/17/2018 0:11	-0.00514524
1/17/2018 0:12	-0.00591649
1/17/2018 0:13	-0.00646305
1/17/2018 0:14	-0.00667581
1/17/2018 0:15	-0.00649426
1/17/2018 0:16	-0.00594504
1/17/2018 0:17	-0.00517299
1/17/2018 0:18	-0.00443596
1/17/2018 0:19	-0.00403492
1/17/2018 0:20	-0.00419501
1/17/2018 0:21	-0.00497747
1/17/2018 0:22	-0.00631435
1/17/2018 0:23	-0.00817711
1/17/2018 0:24	-0.0107734
1/17/2018 0:25	-0.0146248
1/17/2018 0:26	-0.0204661
1/17/2018 0:27	-0.0290508
1/17/2018 0:28	-0.0410194
1/17/2018 0:29	-0.0569252
1/17/2018 0:30	-0.0773743
1/17/2018 0:31	-0.103118
1/17/2018 0:32	-0.134919
1/17/2018 0:33	-0.173106
1/17/2018 0:34	-0.216886

Waterl Level Mayangan

date and time	water level (m)
1/17/2018 0:00	-0.00244956
1/17/2018 0:01	-0.00270079
1/17/2018 0:02	-0.00327301
1/17/2018 0:03	-0.00378532
1/17/2018 0:04	-0.0039752
1/17/2018 0:05	-0.00387233
1/17/2018 0:06	-0.00373407
1/17/2018 0:07	-0.00385811
1/17/2018 0:08	-0.00442289
1/17/2018 0:09	-0.0054674
1/17/2018 0:10	-0.00700607
1/17/2018 0:11	-0.0091328
1/17/2018 0:12	-0.0120336
1/17/2018 0:13	-0.0160113
1/17/2018 0:14	-0.0215883
1/17/2018 0:15	-0.029542
1/17/2018 0:16	-0.0406915
1/17/2018 0:17	-0.0555399
1/17/2018 0:18	-0.0742224
1/17/2018 0:19	-0.0970955
1/17/2018 0:20	-0.125597
1/17/2018 0:21	-0.162347
1/17/2018 0:22	-0.209668
1/17/2018 0:23	-0.266901
1/17/2018 0:24	-0.328036
1/17/2018 0:25	-0.380695
1/17/2018 0:26	-0.405989
1/17/2018 0:27	-0.378966
1/17/2018 0:28	-0.272368
1/17/2018 0:29	-0.0682225
1/17/2018 0:30	0.219924
1/17/2018 0:31	0.52424
1/17/2018 0:32	0.728712
1/17/2018 0:33	0.74024
1/17/2018 0:34	0.581055

Water Level Andongrejo

date and time	water level (m)
1/17/2018 0:00	-0.00614053
1/17/2018 0:01	-0.0062388
1/17/2018 0:02	-0.00652278
1/17/2018 0:03	-0.00695611
1/17/2018 0:04	-0.00748825
1/17/2018 0:05	-0.0080966
1/17/2018 0:06	-0.00881438
1/17/2018 0:07	-0.0097009
1/17/2018 0:08	-0.0107943
1/17/2018 0:09	-0.012128
1/17/2018 0:10	-0.0138215
1/17/2018 0:11	-0.0161738
1/17/2018 0:12	-0.0196958
1/17/2018 0:13	-0.0250896
1/17/2018 0:14	-0.0332223
1/17/2018 0:15	-0.0451333
1/17/2018 0:16	-0.062073
1/17/2018 0:17	-0.085505
1/17/2018 0:18	-0.11697
1/17/2018 0:19	-0.157844
1/17/2018 0:20	-0.209241
1/17/2018 0:21	-0.272251
1/17/2018 0:22	-0.348128
1/17/2018 0:23	-0.437417
1/17/2018 0:24	-0.537274
1/17/2018 0:25	-0.637299
1/17/2018 0:26	-0.714962
1/17/2018 0:27	-0.731667
1/17/2018 0:28	-0.632713
1/17/2018 0:29	-0.3648
1/17/2018 0:30	0.066392
1/17/2018 0:31	0.538921
1/17/2018 0:32	0.897009
1/17/2018 0:33	1.13541
1/17/2018 0:34	1.36773

Water Level Curahnongko

date and time	water level (m)
1/17/2018 0:00	-0.00771484
1/17/2018 0:01	-0.00788191
1/17/2018 0:02	-0.00842269
1/17/2018 0:03	-0.00944248
1/17/2018 0:04	-0.0110944
1/17/2018 0:05	-0.0135909
1/17/2018 0:06	-0.0172472
1/17/2018 0:07	-0.0225458
1/17/2018 0:08	-0.0302134
1/17/2018 0:09	-0.0412932
1/17/2018 0:10	-0.0571708
1/17/2018 0:11	-0.0795127
1/17/2018 0:12	-0.110103
1/17/2018 0:13	-0.150585
1/17/2018 0:14	-0.20215
1/17/2018 0:15	-0.265262
1/17/2018 0:16	-0.339589
1/17/2018 0:17	-0.424041
1/17/2018 0:18	-0.516159
1/17/2018 0:19	-0.609324
1/17/2018 0:20	-0.686518
1/17/2018 0:21	-0.711257
1/17/2018 0:22	-0.619686
1/17/2018 0:23	-0.325451
1/17/2018 0:24	0.243189
1/17/2018 0:25	1.06831
1/17/2018 0:26	1.97159
1/17/2018 0:27	2.62831
1/17/2018 0:28	2.7119
1/17/2018 0:29	2.10749
1/17/2018 0:30	1.02764
1/17/2018 0:31	-0.111792
1/17/2018 0:32	-0.93911
1/17/2018 0:33	-1.27918
1/17/2018 0:34	-1.17357

Water Level Lojejer

date and time	water level (m)
1/17/2018 0:00	-0.00267399
1/17/2018 0:01	-0.00272206
1/17/2018 0:02	-0.00289507
1/17/2018 0:03	-0.00327124
1/17/2018 0:04	-0.00395789
1/17/2018 0:05	-0.00507252
1/17/2018 0:06	-0.00673789
1/17/2018 0:07	-0.0090875
1/17/2018 0:08	-0.0122721
1/17/2018 0:09	-0.0164794
1/17/2018 0:10	-0.0220003
1/17/2018 0:11	-0.0293628
1/17/2018 0:12	-0.0394694
1/17/2018 0:13	-0.0535998
1/17/2018 0:14	-0.0732118
1/17/2018 0:15	-0.0997021
1/17/2018 0:16	-0.134383
1/17/2018 0:17	-0.178686
1/17/2018 0:18	-0.234269
1/17/2018 0:19	-0.302689
1/17/2018 0:20	-0.38454
1/17/2018 0:21	-0.47809
1/17/2018 0:22	-0.577316
1/17/2018 0:23	-0.668977
1/17/2018 0:24	-0.727946
1/17/2018 0:25	-0.710531
1/17/2018 0:26	-0.555848
1/17/2018 0:27	-0.214325
1/17/2018 0:28	0.307372
1/17/2018 0:29	0.929911
1/17/2018 0:30	1.53196
1/17/2018 0:31	1.99527
1/17/2018 0:32	2.23039
1/17/2018 0:33	2.18301
1/17/2018 0:34	1.84887

Water Level PugerWetan

date and time	water level (m)
1/17/2018 0:00	-0.00263343
1/17/2018 0:01	-0.0027692
1/17/2018 0:02	-0.00324074
1/17/2018 0:03	-0.00416989
1/17/2018 0:04	-0.00558974
1/17/2018 0:05	-0.00738317
1/17/2018 0:06	-0.00940942
1/17/2018 0:07	-0.0117169
1/17/2018 0:08	-0.0146448
1/17/2018 0:09	-0.018776
1/17/2018 0:10	-0.0248916
1/17/2018 0:11	-0.034037
1/17/2018 0:12	-0.0475728
1/17/2018 0:13	-0.0669446
1/17/2018 0:14	-0.0931329
1/17/2018 0:15	-0.126259
1/17/2018 0:16	-0.165993
1/17/2018 0:17	-0.212737
1/17/2018 0:18	-0.26849
1/17/2018 0:19	-0.33599
1/17/2018 0:20	-0.41537
1/17/2018 0:21	-0.498685
1/17/2018 0:22	-0.56377
1/17/2018 0:23	-0.569972
1/17/2018 0:24	-0.459435
1/17/2018 0:25	-0.169553
1/17/2018 0:26	0.333424
1/17/2018 0:27	0.997074
1/17/2018 0:28	1.63679
1/17/2018 0:29	1.97099
1/17/2018 0:30	1.77263
1/17/2018 0:31	1.04496
1/17/2018 0:32	0.0493384
1/17/2018 0:33	-0.836676
1/17/2018 0:34	-1.2868

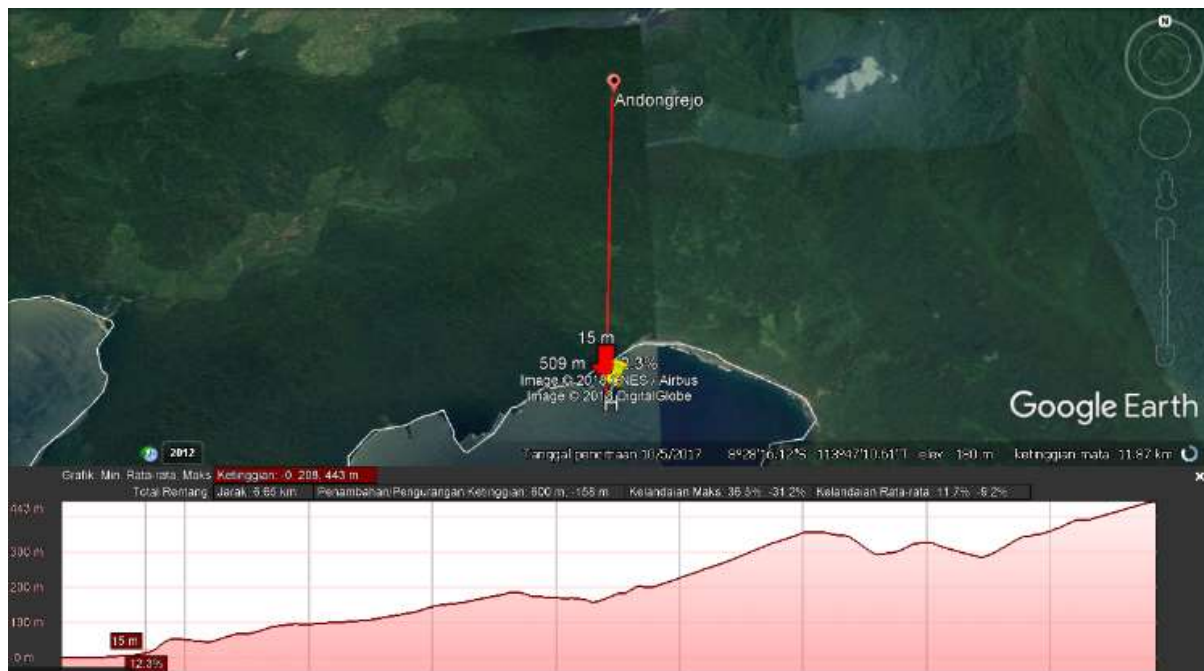
Water Level Sumberrejo

date and time	water level (m)
1/17/2018 0:00	-0.00348458
1/17/2018 0:01	-0.00378378
1/17/2018 0:02	-0.00437283
1/17/2018 0:03	-0.00474872
1/17/2018 0:04	-0.00488349
1/17/2018 0:05	-0.00521505
1/17/2018 0:06	-0.0060585
1/17/2018 0:07	-0.00734178
1/17/2018 0:08	-0.00894159
1/17/2018 0:09	-0.0110004
1/17/2018 0:10	-0.0138209
1/17/2018 0:11	-0.0176394
1/17/2018 0:12	-0.0227551
1/17/2018 0:13	-0.0300869
1/17/2018 0:14	-0.0415125
1/17/2018 0:15	-0.0591557
1/17/2018 0:16	-0.0840026
1/17/2018 0:17	-0.115614
1/17/2018 0:18	-0.153857
1/17/2018 0:19	-0.20093
1/17/2018 0:20	-0.26082
1/17/2018 0:21	-0.335898
1/17/2018 0:22	-0.424064
1/17/2018 0:23	-0.518825
1/17/2018 0:24	-0.608388
1/17/2018 0:25	-0.668138
1/17/2018 0:26	-0.650958
1/17/2018 0:27	-0.491342
1/17/2018 0:28	-0.139208
1/17/2018 0:29	0.372233
1/17/2018 0:30	0.867023
1/17/2018 0:31	1.11074
1/17/2018 0:32	1.04431
1/17/2018 0:33	0.858499
1/17/2018 0:34	0.791487

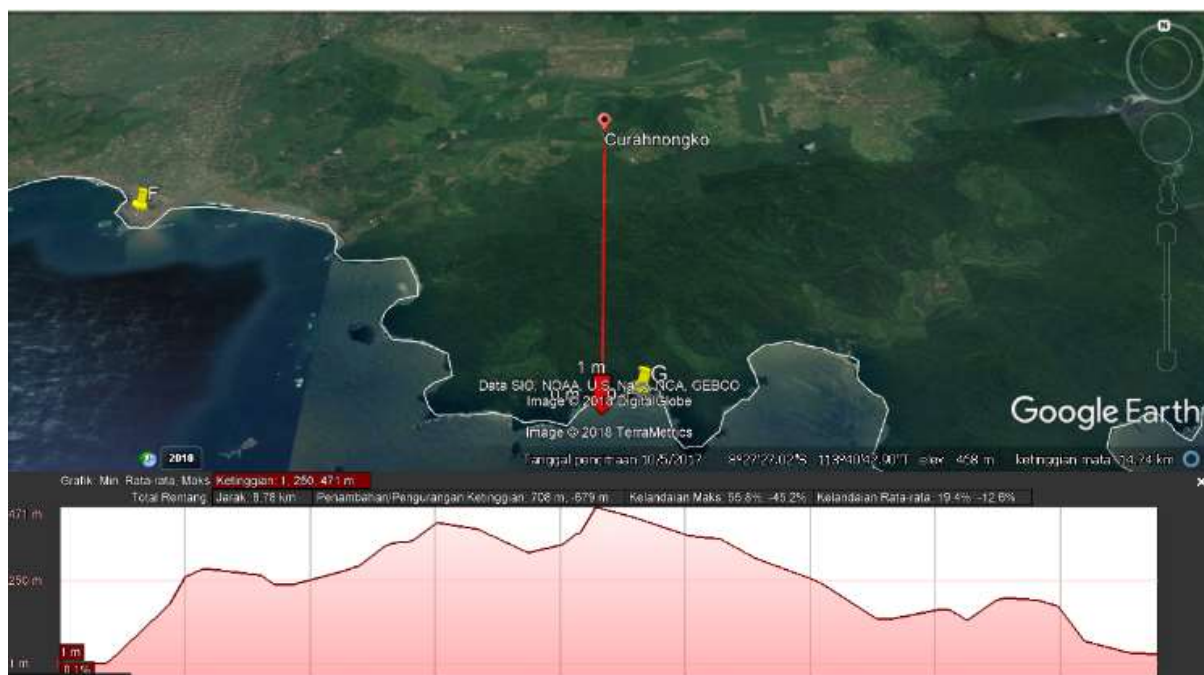
LAMPIRAN 2

KELERENGAN PESISIR JEMBER DI TIAP TIAP DESA

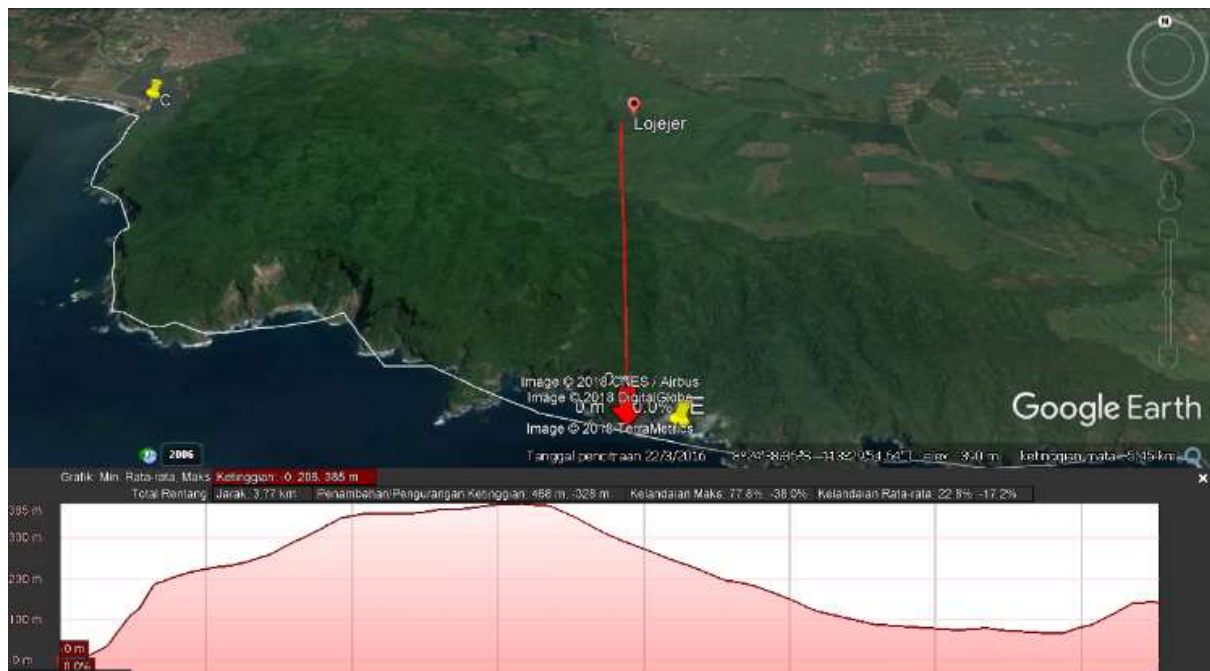
Andongrejo



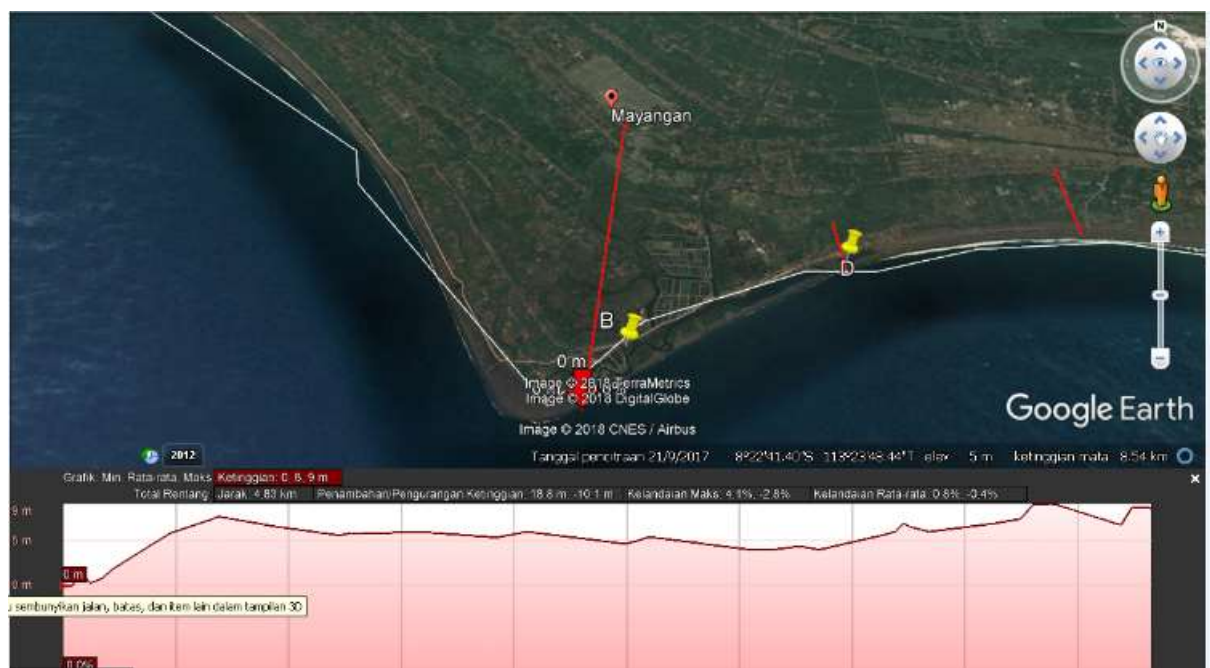
Curahnongko



Lojejer



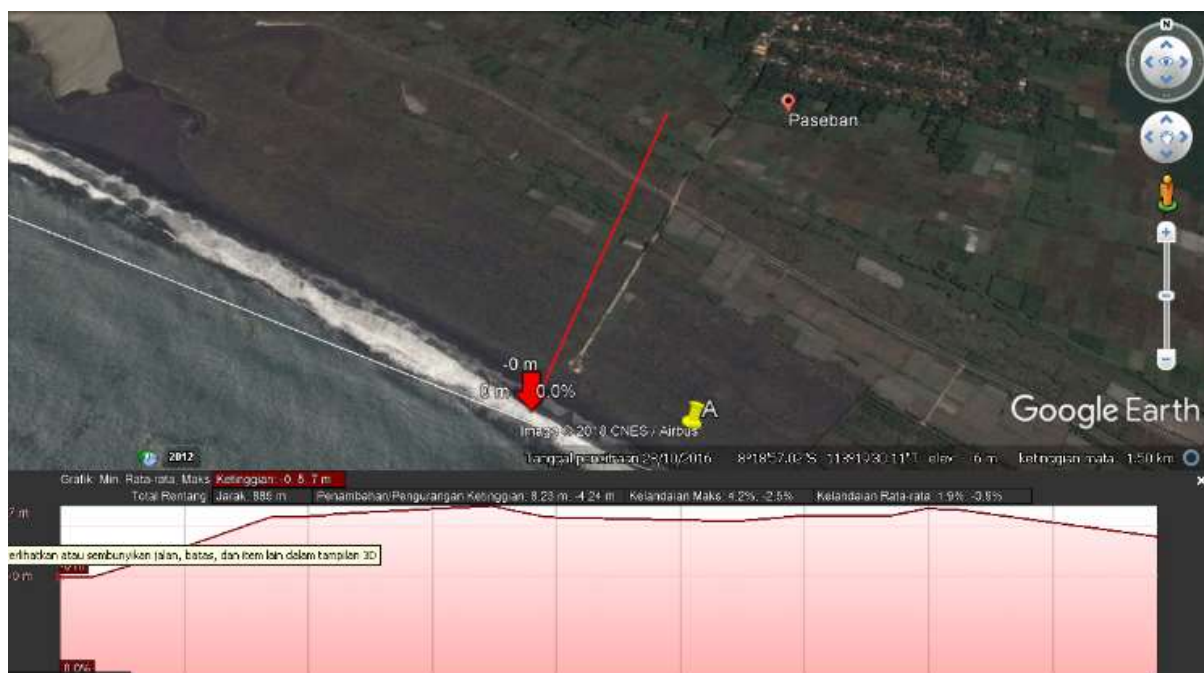
Mayangan



Mojomulyo



Paseban



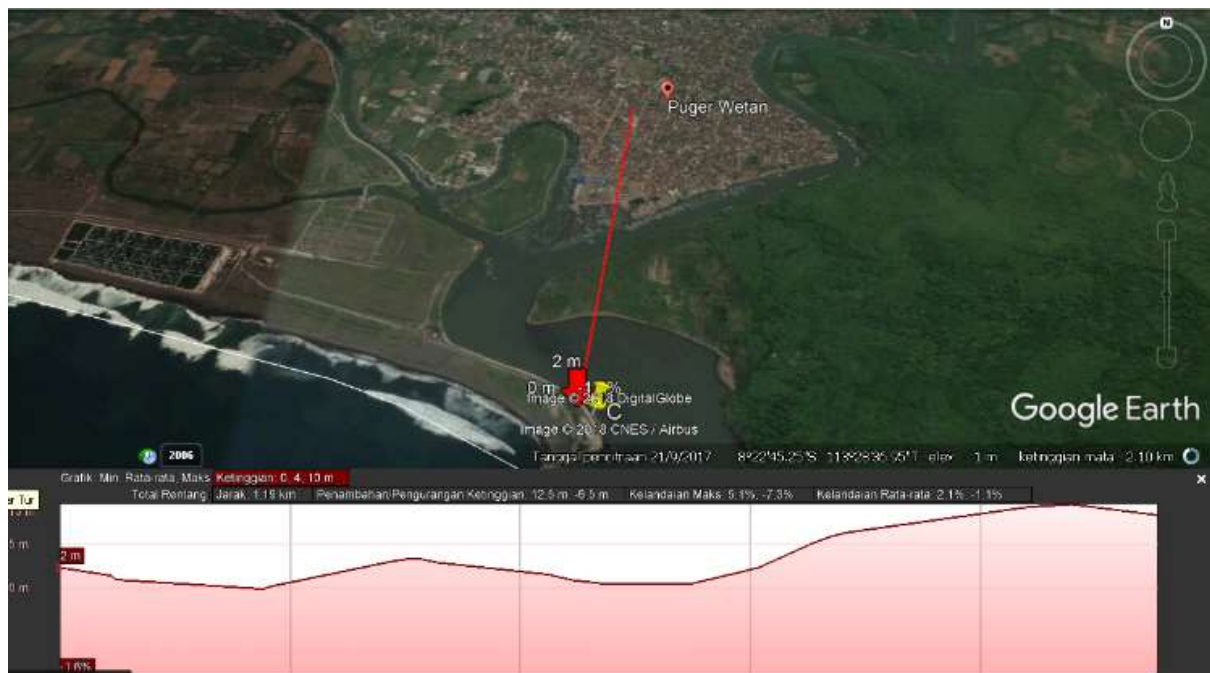
Sumberrejo



Mojosari

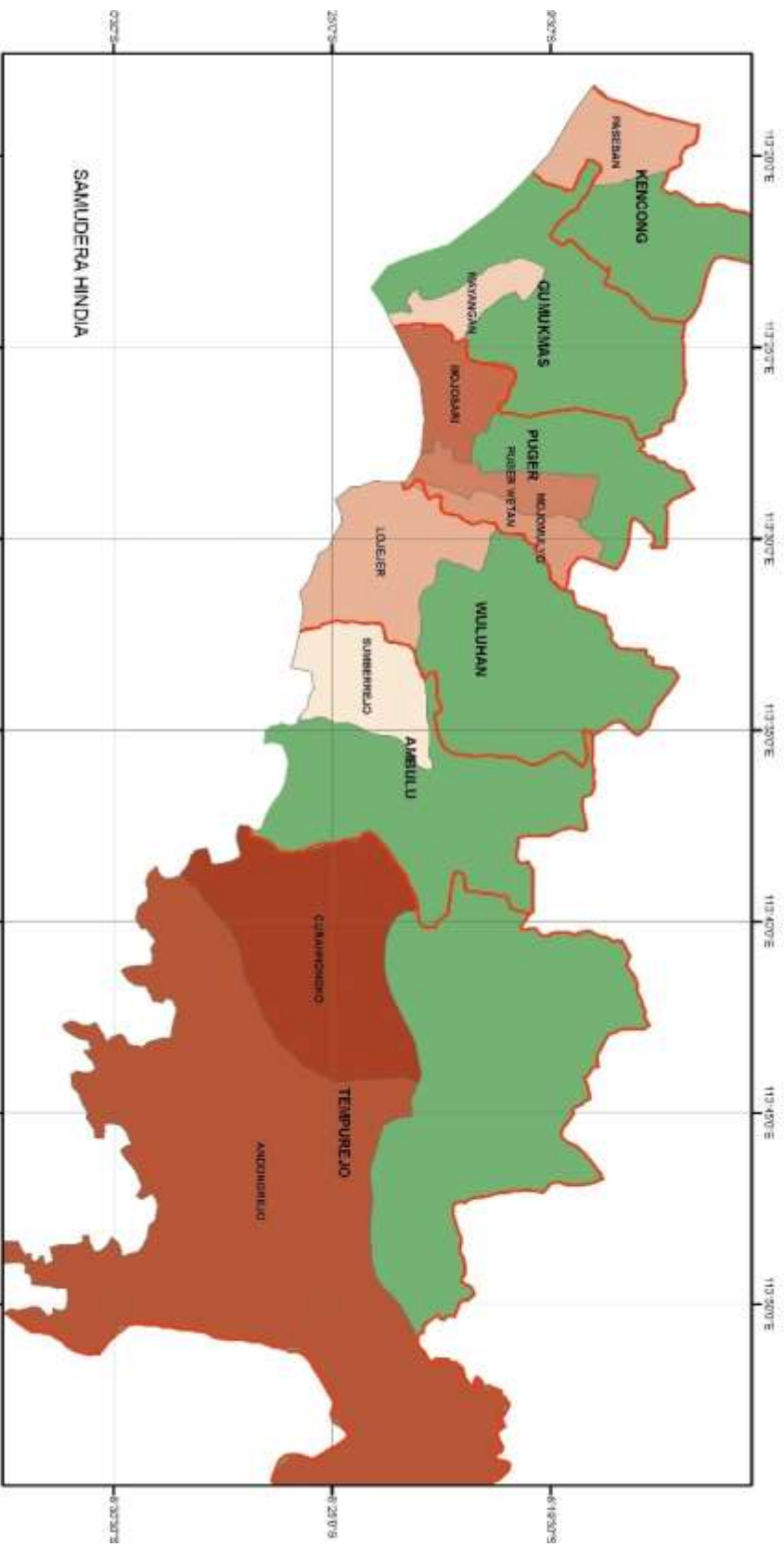


Puger Wetan



LAMPIRAN 3

**VISUALISASI HASIL ANALISA DENGAN MENGGUNAKAN
ARCGIS**



Peta Kelengkapan Pesisir Jember

N

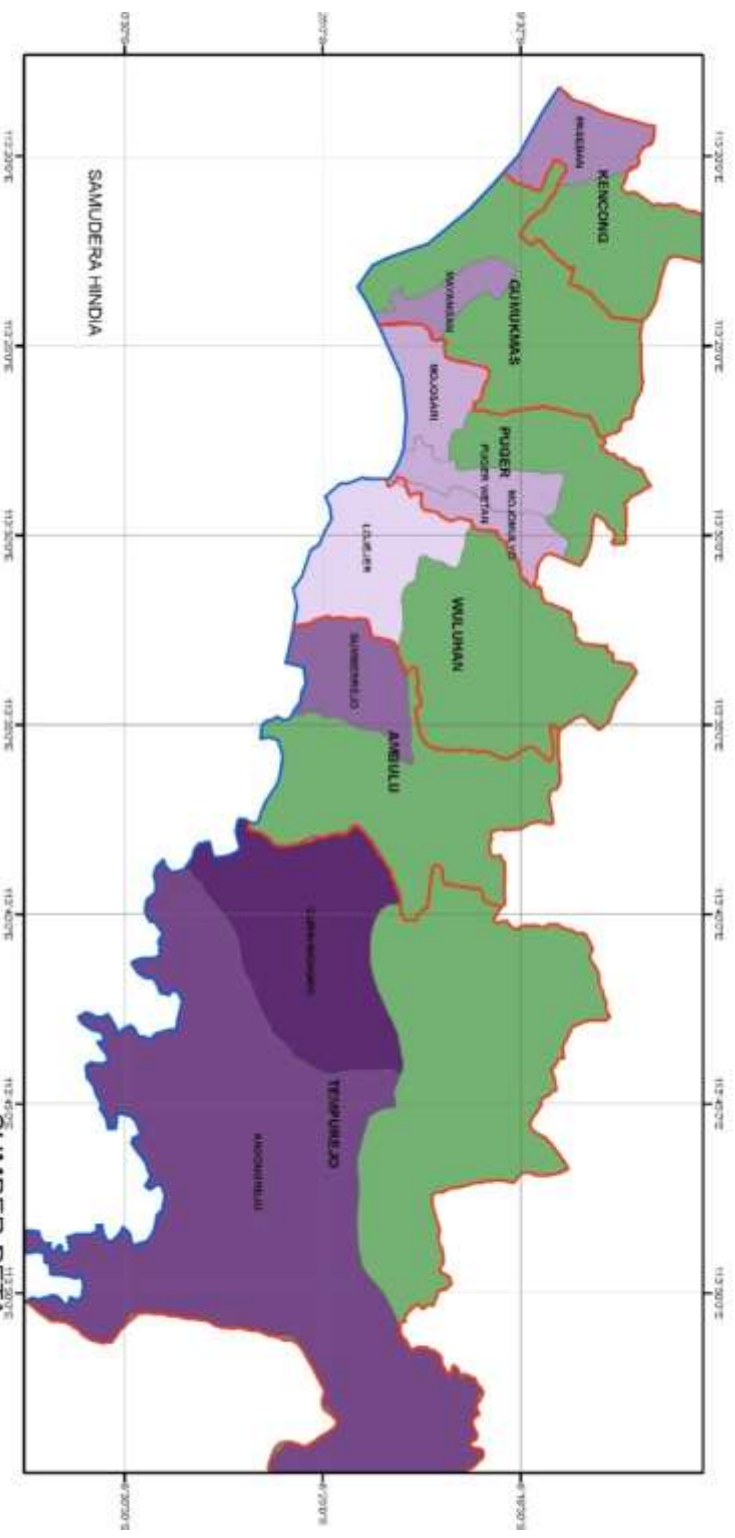


1:250.000
0 1 2 4 6 8
Miles

SUMBER PETA:

1. PETA RBI SKALA 1:25.000
2. BPS KABUPATEN JEMBER





Peta Ketinggian Pesisir Jember

N

1:250.000

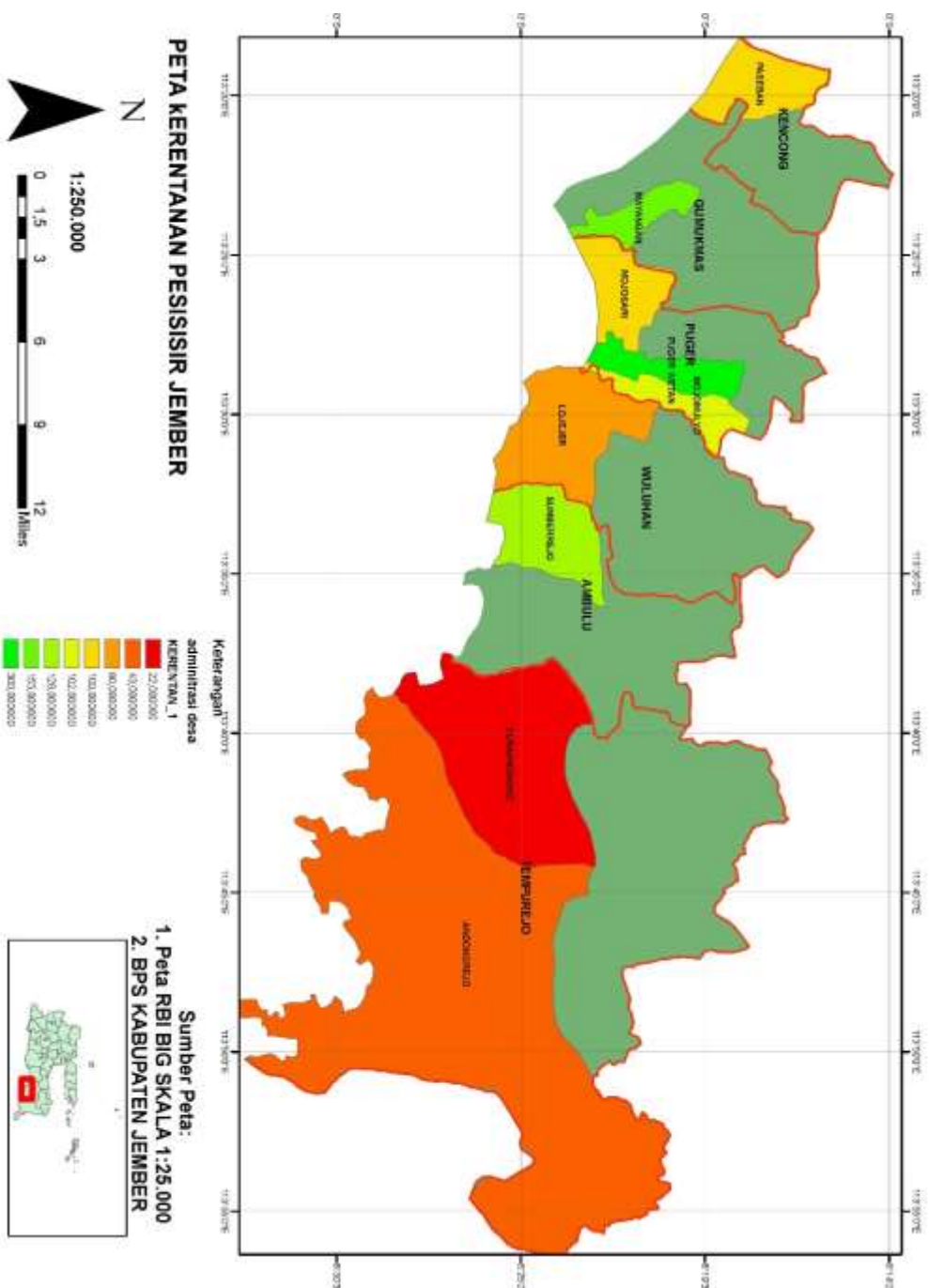
0 1 2 4 6 8 Miles

Keterangan	ketiingan
adminitrasi	3.000000
desa	8.000000
	9.000000
	10.000000
	33.000000
	425.000000

SUMBER PETA:

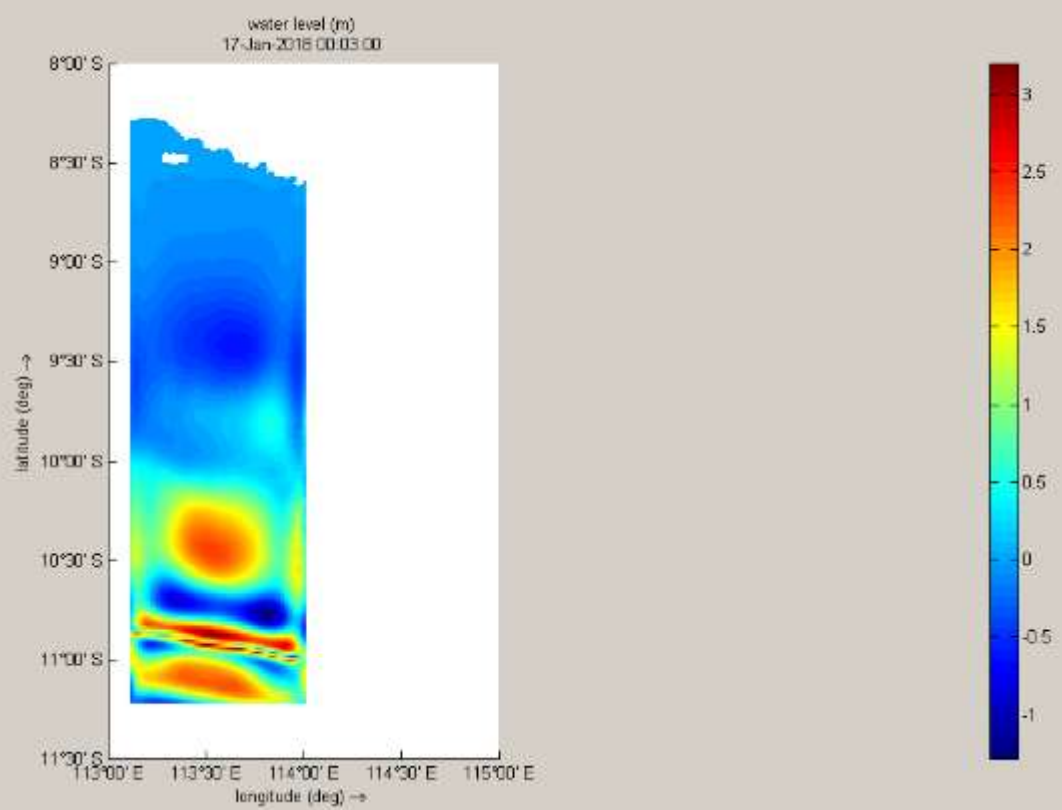
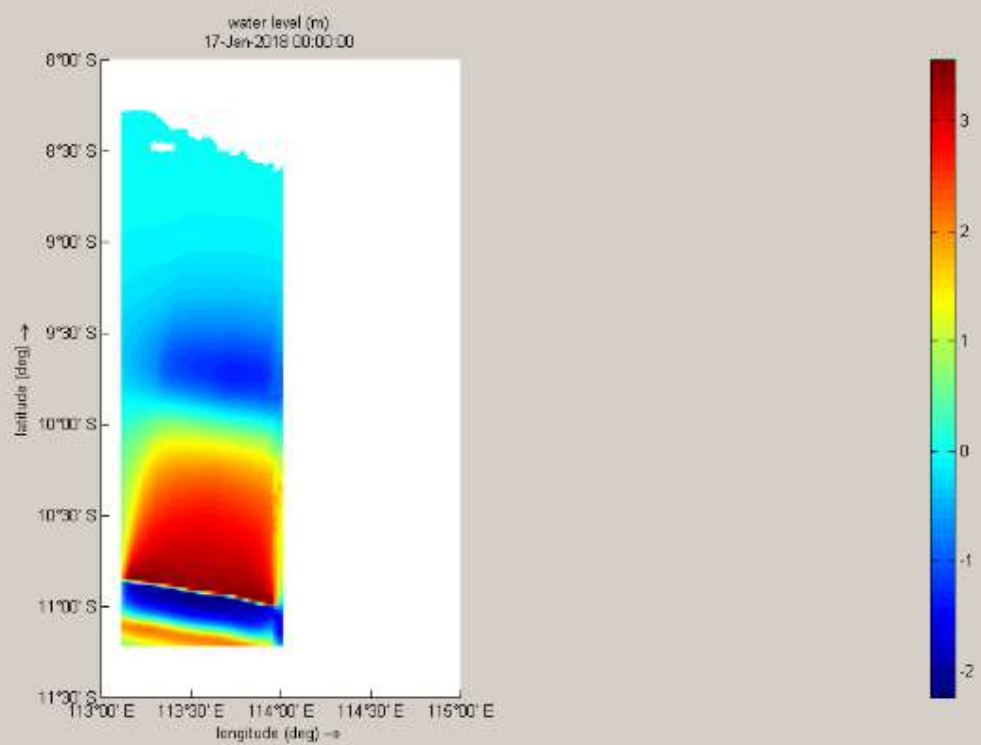
1. PETA RBI SKALA 1:25.000
2. BPS KABUPATEN JEMBER

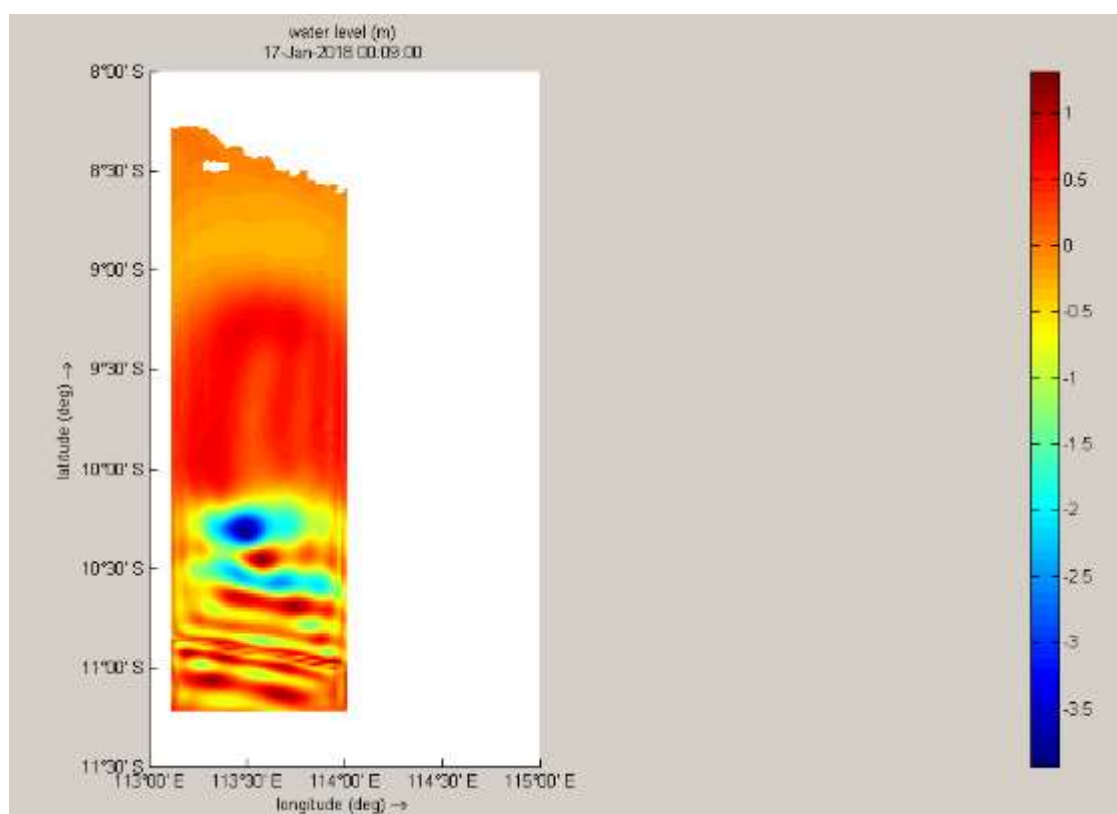
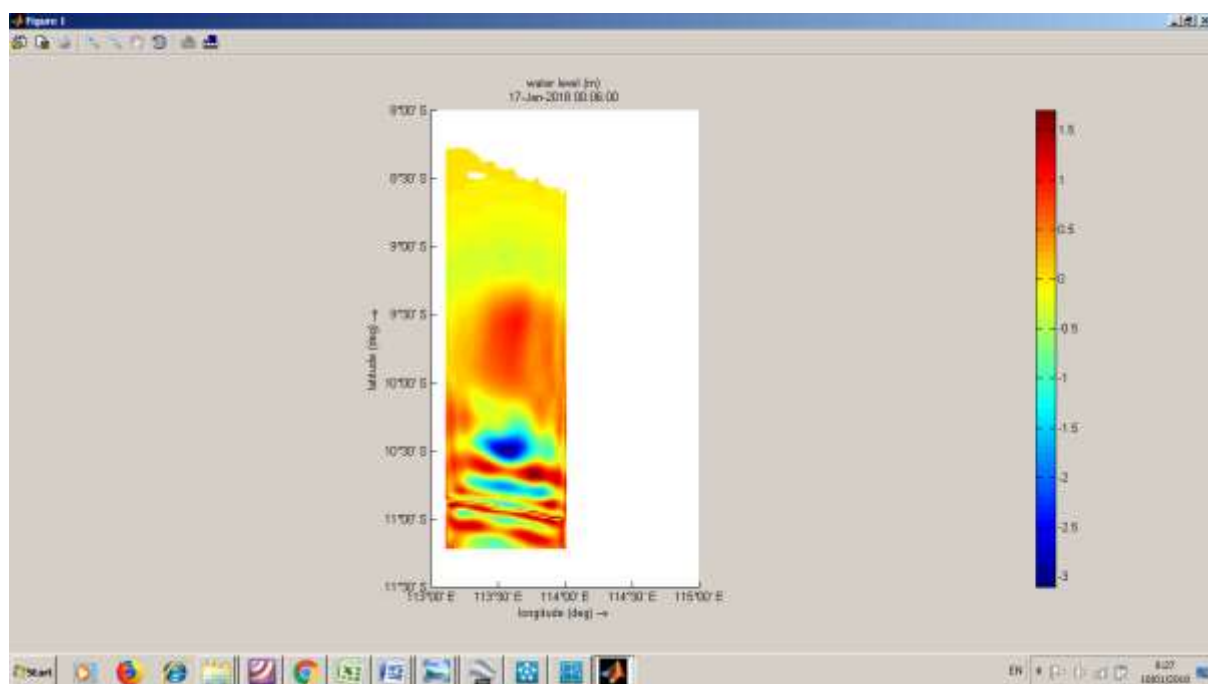


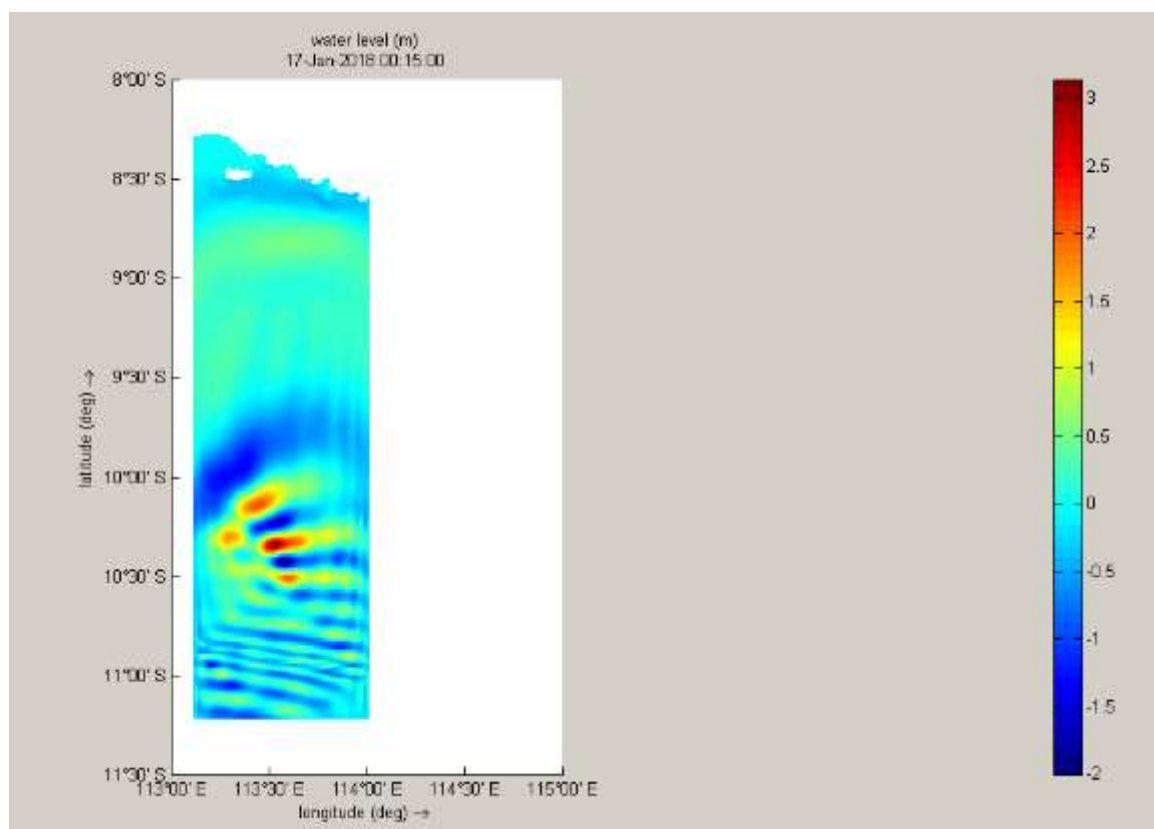
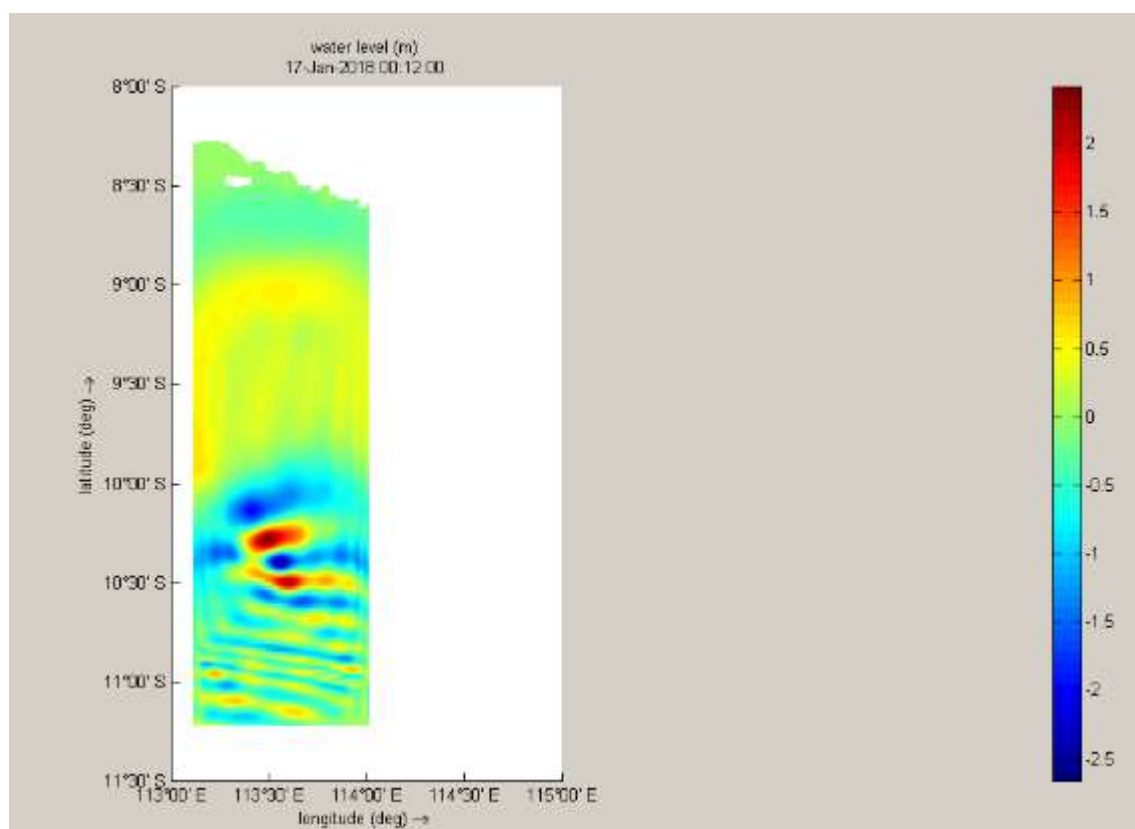


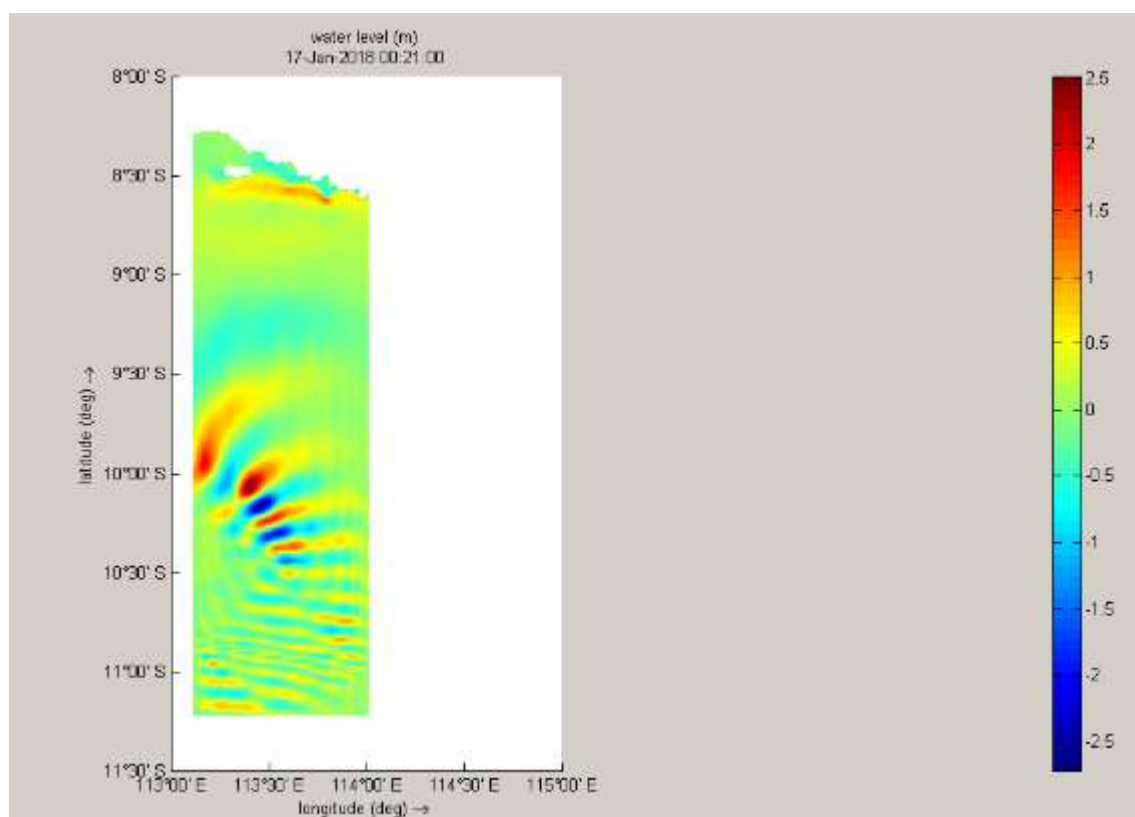
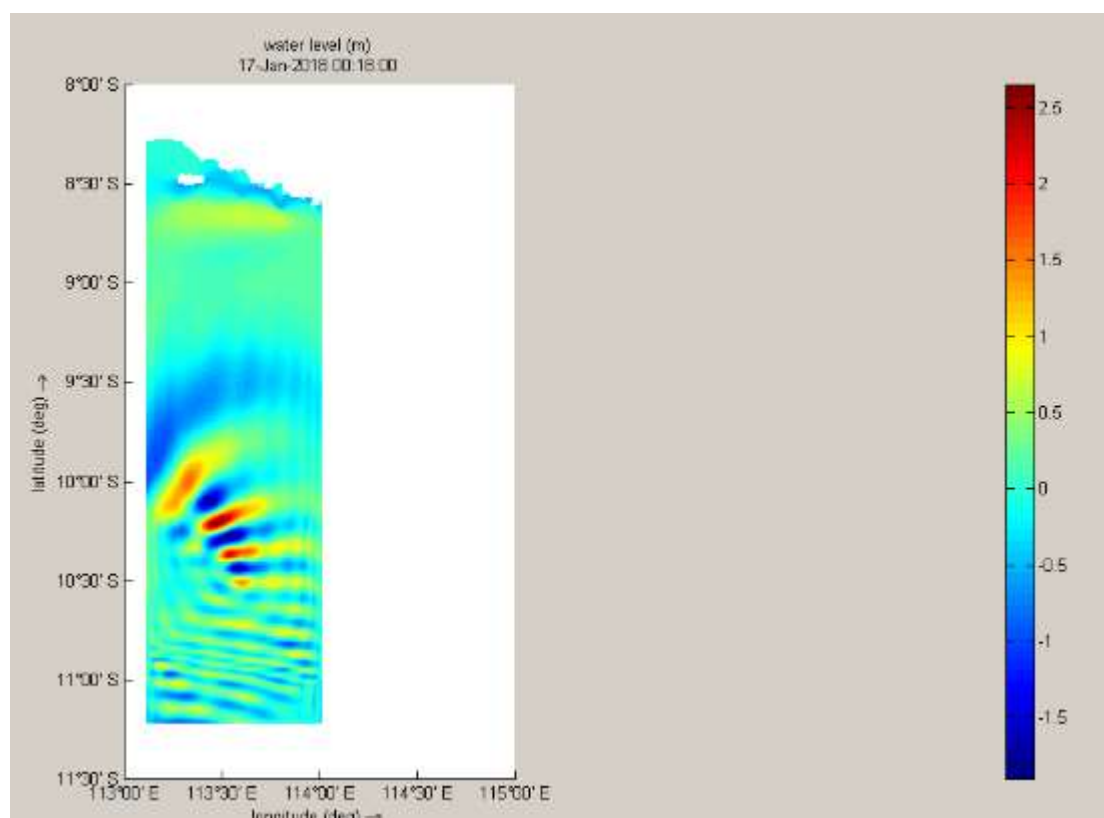
LAMPIRAN 4

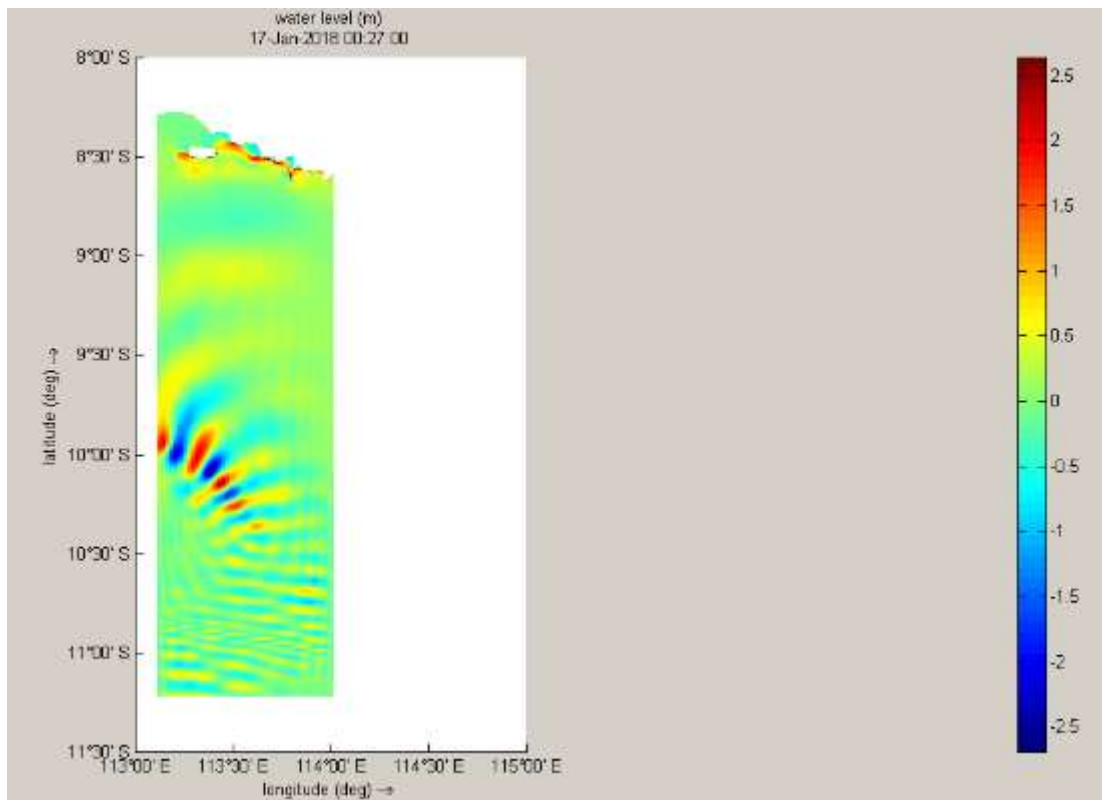
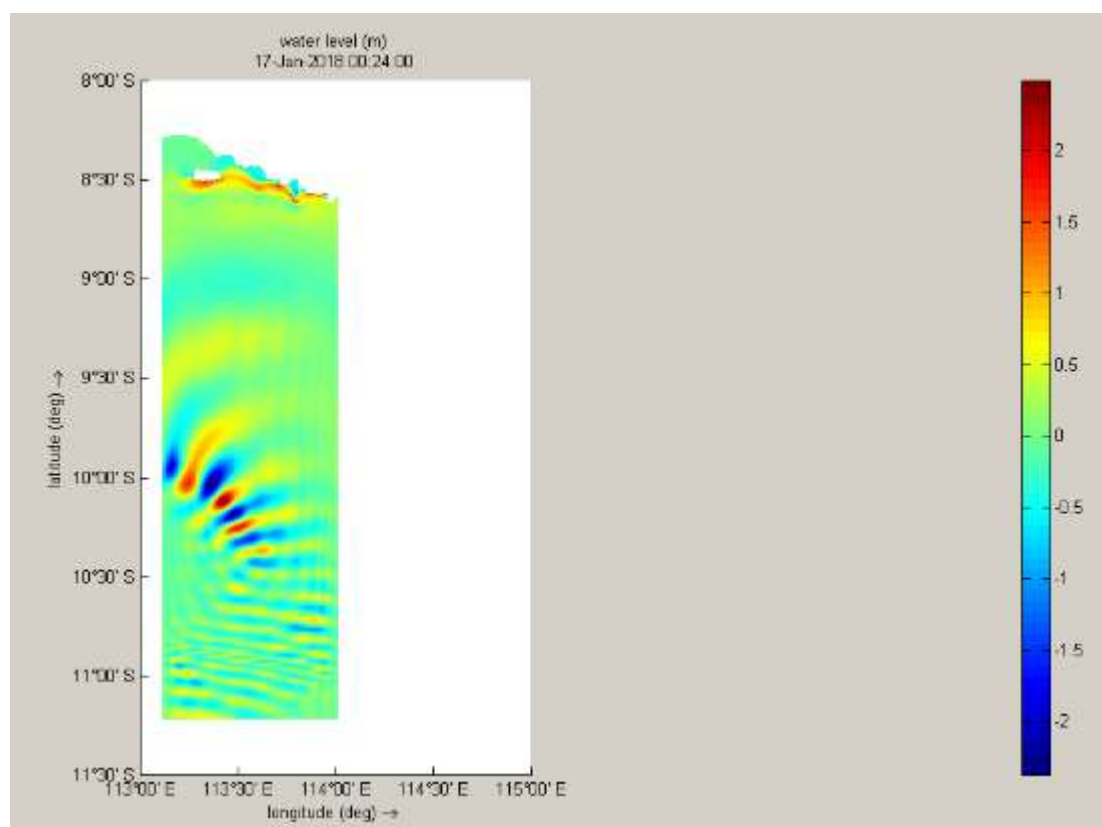
VISUALISASI MODEL SET UP DENGAN DASHBOARD

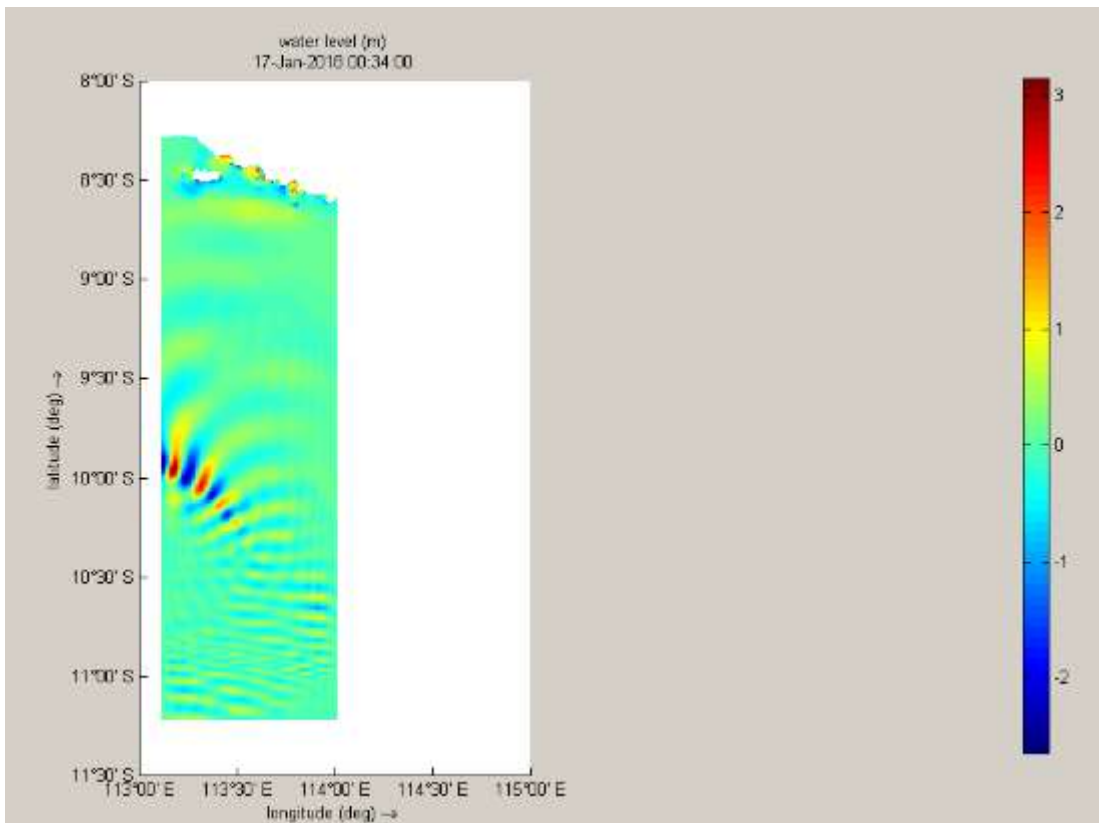
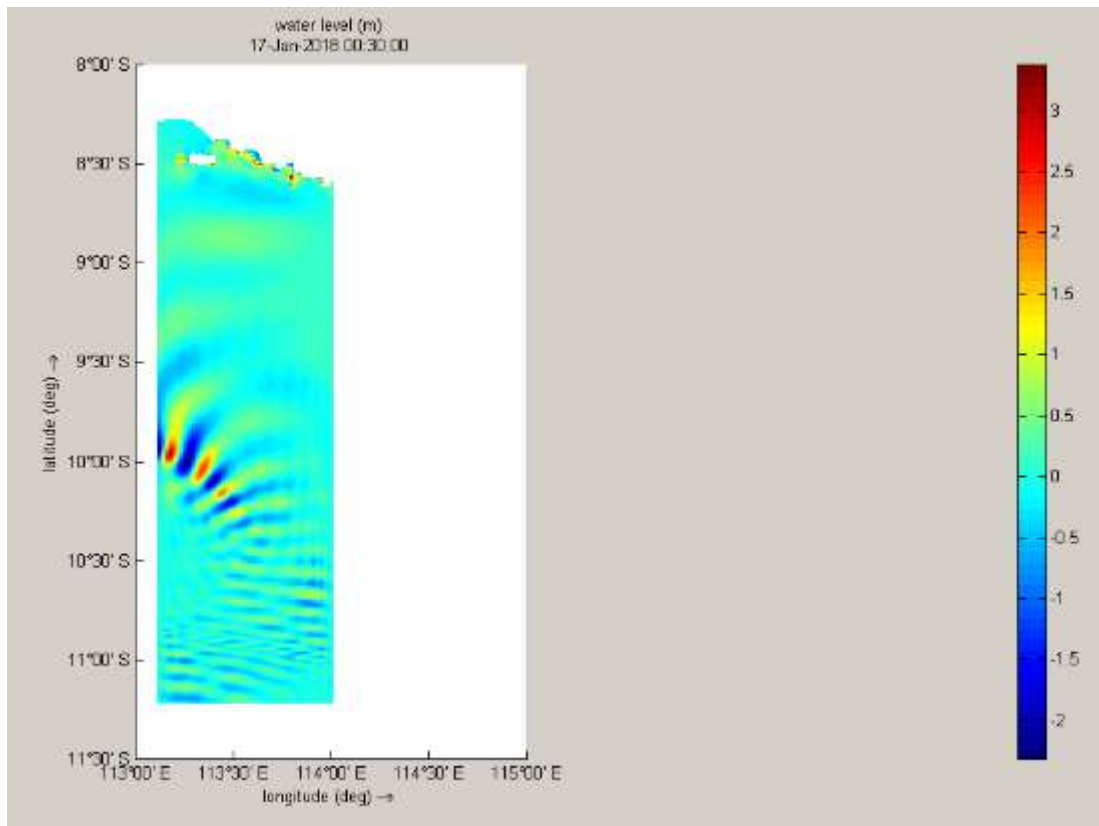












LAMPIRAN

BIODATA PENULIS



Leonardo Sihombing, dilahirkan di Indramayu pada 03 Juli 1995. Anak kedua dari limabersaudara dari pasangan Alpen Sihombing dan Nurmaida Silaban. Pendidikan formal yang pernah ditempuh mulai dari TK Al Pertamina Pangkalan Indramayu, SDN Eretan Wetan 1 Indramayu, SMPK BPK PENABUR INDRAMAYU, SMA BPK PENABUR Cirebon. Pada tahun 2013, penulis diterima sebagai mahasiswa departemen Teknik

Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember melalui jalur Sbmptn. Penulis terdaftar dengan NRP 4313100102.

Selama berkuliah di ITS penulis aktif di Himatekla, sebagai kepala divisi hubungan internal dari Departemen kajian dan stategi periode 2015/2016. Penulis juga terdaftar sebagai anggota aktif GMKI Surabaya, Penulis juga terdaftar sebagai anggota komunitas Surabaya Python. Hobi penulis adalah membaca , Travelling, progamming, dan ngoprek. Untuk dapat berkorespondensi dengan penulis melalui:

Email: lionkepiting@gmail.com

No Hp: 081221720252